

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA DOCUMENTACIÓN



TESIS DOCTORAL

Caracterización del e-learning como dominio de conocimiento

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Gerardo Tibaná Herrera

Directores

María Teresa Fernández Bajón

Félix de Moya y Anegón

Madrid

Ed. electrónica 2019

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

CARACTERIZACIÓN DEL E-LEARNING COMO DOMINIO DE
CONOCIMIENTO

Tesis doctoral que presenta:

Gerardo Tibaná Herrera

para la obtención del Grado de Doctor

Bajo la dirección de los doctores:

María Teresa Fernández Bajón

Félix de Moya y Anegón

MADRID

2018

El Doctorado, un camino donde no hay límite para el conocimiento, ni para buscar siempre un aporte para contruir un mundo mejor.

A mi familia, actual y futura, es por ellos.

Contenido

RESUMEN	4
ABSTRACT	6
CAPÍTULO 1. Introducción general	10
1.1 Estructura del documento	10
1.2 La bibliometría	12
1.3 Aproximaciones bibliométricas a diferentes dominios de conocimiento	15
1.4 El <i>e-learning</i> como objeto de estudio bibliométrico	26
1.5 Características de un dominio de conocimiento.	38
1.6 Coherencia de la estructura de publicaciones	42
CAPÍTULO 2. Revisión del estado actual del tema y limitaciones del estudio.....	54
2.1 Revisión del estado actual del tema.....	54
2.2 Limitaciones del estudio	66
CAPÍTULO 3. Objetivo general e hipótesis	69
3.1 Objetivo general	69
3.2 Hipótesis	70
CAPÍTULO 4. Metodología.....	71
4.1 Metodologías transversales.....	71
4.2 Metodologías particulares.....	72
CAPÍTULO 5. Publicaciones	78
5.1 Introducción.....	78
5.2 Artículo 1 - <i>Categorization of E-learning as an emerging discipline in the world publication system: a bibliometric study in SCOPUS</i>	79
5.3 Artículo 2 - <i>Global analysis of the E-learning scientific domain: a declining category?</i> .	112
5.4 Artículo 3 - <i>Output, collaboration and impact of e-learning research: Bibliometric analysis and visualizations at the country and institutional level (SCOPUS 2003-2015)</i>	129
5.5 Capítulo de libro - <i>Mapping a research field: analyzing the research fronts in an emerging discipline</i>	157
5.6 Otros resultados de investigación no publicados.....	177
5.7 Conclusiones parciales	182
CAPÍTULO 6. Discusión global de los resultados	184
CAPÍTULO 7. Conclusiones finales	194

RESUMEN

Objetivo. El objetivo general de esta investigación es construir el dominio científico del *e-learning* a través de la aplicación de indicadores bibliométricos para analizar las estructuras bibliométricas de la producción científica que se relaciona de manera directa con la investigación en esta área emergente.

Metodología. El análisis bibliométrico se enfoca en la identificación de las características que contribuyen a la determinación de un dominio de conocimiento en el sistema mundial de la ciencia. Estas son, A) el reconocimiento de los canales de comunicación científica utilizados por los investigadores del área temática. Se busca identificar el conjunto de revistas científicas y actas de conferencias que publican trabajos relacionados con el área temática, analizando su cohesión mediante la combinación de los indicadores de citas, co-citas y *coupling*; B) la comparación de los indicadores bibliométricos de producción a nivel global y regional. Se analiza la evolución de la producción mundial en *e-learning*, segmentándola por los principales bloques de países e identificando la contribución de cada uno de ellos con respecto a la literatura primaria (*article*, *conference paper* y *review*); C) la identificación de las áreas de conocimiento con la cuales se relaciona la producción del área temática. Se establece la estructura de conocimiento de la temática con respecto a las áreas de conocimiento existentes en los sistemas de clasificación de la ciencia; D) la comparación de los indicadores bibliométricos de producción y desempeño a nivel regional e institucional. Cubriendo los aspectos relativos a la producción (número de documentos, % de colaboración internacional) y al impacto (citación normalizada, % de liderazgo, % de excelencia y % de excelencia liderada), generando visualizaciones de países e instituciones a nivel global; E) la identificación de las redes de colaboración a nivel regional e institucional. Visualizando la colaboración internacional tanto de los países como de las instituciones y comparándola en diferentes periodos de tiempo; F) la identificación de los frentes de investigación del área temática. Utilizando técnicas de visualización para analizar dominios científicos y representar la estructura cognitiva del *e-learning*. Los aspectos metodológicos utilizados en este trabajo, relativos al uso de indicadores bibliométricos como herramientas para el análisis de la producción científica fueron 1) la delimitación de las fuentes de información y alcance de la consulta, 2) la utilización de diversas

unidades de análisis y 3) la representación gráfica de las relaciones entre las áreas de conocimiento, los tipos de documento y los indicadores bibliométricos.

Resultados. Las características del dominio de conocimiento *e-learning* que se identificaron en esta tesis fueron: A) Se obtuvo un conjunto de 219 revistas y actas de conferencias que constituyen el canal de comunicación científica de los investigadores en e-learning; B) se identificaron 64 descriptores que son los principales términos utilizados por los investigadores en su producción científica; C) se construyó un mapa global de la ciencia con base en los indicadores bibliométricos de las revistas y actas de conferencias indexadas por Scopus; D) se identificó que el sector de educación superior es el principal contribuyente en la producción científica del e-learning; E) a pesar de su auge, se determinó que desde el año 2012 la producción científica viene disminuyendo, como resultado de la disminución en el aporte de actas de conferencias provenientes del área de ciencias de computación; F) se establecieron los principales países productores de investigaciones en *e-learning*: Estados Unidos, Reino Unido, Australia, Taiwán y España; G) se identificaron las principales instituciones productora de investigaciones en *e-learning*: *The University of Hong Kong, Nanyang Technological University, Athabasca University, National Central University y The Open University*; H) se identificaron los países con mayor colaboración internacional: Reino Unido, Estados Unidos, España y Alemania. I) se identificaron las instituciones con mayor colaboración internacional: *Eindhoven University of Technology, Technical University of Denmark y Ghent University*; J) se identificaron los países con mayor impacto en su producción: Chile, Bélgica, Taiwán, Holanda y Singapur; K) se identificaron las instituciones con mayor impacto en su producción: *Ghent University, University of Melbourne y National Taiwan University of Science and Technology*; L) Se identificaron los principales frentes de investigación en esta área: *Interactive learning environments y Teaching/Learning strategies*, seguidos no tan cerca por *Collaborative learning, Pedagogical issues, Social media, Application in subject áreas, Computer-mediated communication, Mobile learning, Improving classroom teaching, Media in education y Elementary education*.

Conclusiones. La hipótesis planetada fue corroborada mediante la aplicación de técnicas bibliométricas, lo cual produjo las siguientes conclusiones: A) El conjunto de revistas y actas de congresos categorizadas como núcleo de la producción en *e-learning* sirve de base para el desarrollo de nuevos estudios bibliométricos, para la identificación de posibles canales de comunicación por parte de los investigadores en la temática y puede ser utilizado también, en

índices y bases de datos bibliográficas para facilitar la consulta de la temática por parte de los investigadores interesados en ella. Además, la técnica utilizada constituye una herramienta muy valiosa para determinar las revistas de cualquier área temática o disciplina. B) Es necesario analizar con determinada frecuencia el comportamiento de la producción, el impacto y la continua generación de frentes de investigación, ya que se pueden presentar fenómenos de crecimiento o de disminución, como en este caso, que afecten el desempeño científico. C) El caso del e-learning esta permeado por la ausencia de escuelas de formación o instituciones que generen grados y posgrados en esta temática lo cual condiciona la producción científica y su respectiva medición a otras áreas de conocimiento. D) Los resultados de producción y de impacto producidos por Taiwán deben llevar a considerar este país como un caso de éxito en la implementación de estrategias e-learning, posicionándolo además en el panorama mundial al nivel países tradicionalmente poderosos. E) La combinación de técnicas bibliométricas con técnicas de visualización permiten identificar relaciones, agrupaciones y patrones relacionados con los indicadores bibliométricos que de otra forma sería complejo evidenciar.

ABSTRACT

Title. *Characterization of e-learning as a domain of knowledge*

Objective. *The main objective of this research is to build the scientific domain of e-learning through the application of bibliometric indicators to analyze the bibliometric structures of scientific production that is directly related to research in this emerging area.*

Methodology. *The bibliometric analysis focuses on the identification of the characteristics that contribute to the determination of a domain of knowledge in the world system of science. These are, A) the recognition of scientific communication channels used by researchers in the subject area. The aim is to identify the set of scientific journals and conference proceedings that publish works related to the thematic area, analyzing their cohesion through the combination of citation, co-citation and coupling indicators; B) the comparison of the bibliometric indicators of production at a global and regional level. The evolution of world production in e-learning is analyzed, segmenting it by the main blocks of countries and identifying the contribution of each of them with*

respect to primary literature (article, conference paper and review); C) the identification of the areas of knowledge with which the production of the thematic area is related. The knowledge structure of the thematic is established with respect to the knowledge areas existing in the classification systems of science; D) the comparison of the bibliometric indicators of production and performance at the regional and institutional level. Covering aspects related to production (output, ratio of international collaboration) and impact (normalized citation, %leadership, %excellence and %excellence with leadership), generating visualizations of countries and institutions globally; E) the identification of collaboration networks at regional and institutional level. Visualizing the international collaboration of both countries and institutions and comparing it in different periods of time; F) the identification of the research fronts of the thematic area. Using visualization techniques to analyze scientific domains and represent the cognitive structure of e-learning. The methodological aspects used in this work, regarding the use of bibliometric indicators as tools for the analysis of scientific production, were 1) the delimitation of the information sources and scope of the query, 2) the use of various units of analysis and 3) the graphic representation of the relationships between the areas of knowledge, the document types and the bibliometric indicators.

Results. The characteristics of the e-learning knowledge domain that were identified in this thesis were: A) We obtained a set of 219 journals and conference proceedings that constitute the scientific communication channel of researchers in e-learning; B) 64 descriptors were identified, which are the main terms used by researchers in their scientific production; C) a global map of science was constructed based on the bibliometric indicators of the journals and conference proceedings indexed by Scopus; D) it was identified that the higher education sector is the main contributor in the scientific production of e-learning; E) despite its boom, it was determined that since 2012 the scientific production has been decreasing, as a result of the decrease in the contribution of conference proceedings from computer science; F) the main countries producing e-learning research were established: the United States, the United Kingdom, Australia, Taiwan and Spain; G) the main institutions producing research in e-learning were identified: The University of Hong Kong, Nanyang Technological University, Athabasca University, National Central University and The Open University; H) the countries with greater international collaboration were identified: United Kingdom, United States, Spain and Germany. I) the institutions with greater international collaboration were identified: Eindhoven University of Technology, Technical University of

Denmark and Ghent University; J) the countries with the greatest impact on their production were identified: Chile, Belgium, Taiwan, the Netherlands and Singapore; K) the institutions with the greatest impact on its production were identified: Ghent University, University of Melbourne and National Taiwan University of Science and Technology; L) the main research fronts in this thematic were identified: Interactive learning environments and Teaching / Learning strategies, followed not so close by Collaborative learning, Pedagogical issues, Social media, Application in subject areas, Computer-mediated communication, Mobile learning, Improving classroom teaching, Media in education and Elementary education.

Conclusions. *The proposed hypothesis was corroborated through the application of bibliometric techniques, which produced the following conclusions: A) The set of journals and conference proceedings categorized as the core of production in e-learning serves as the basis for the development of new bibliometric studies, for the identification of possible communication channels by researchers in the thematic and can be also used in indexes and bibliographic databases to facilitate the consultation of the thematic by researchers interested in it. In addition, the technique used is a very valuable tool to determine the journals of any subject area or discipline. B) It is necessary to analyze with certain frequency the behavior of the production, the impact and the continuous generation of research fronts, since phenomena of growth or decrease can be presented, as in this case, that affect the scientific performance. C) The case of e-learning is permeated by the absence of training schools or institutions that generate degrees and postgraduate degrees in this subject which establishes a condition in scientific production and its measurement with respect to other areas of knowledge. D) The results of production and impact produced by Taiwan should lead to consider this country as a success case in the implementation of e-learning strategies, positioning it also in the world panorama at the level of other countries traditionally powerful. E) The combination of bibliometric techniques with visualization techniques allows to identify relationships, groupings and patterns related to bibliometric indicators that would otherwise be complex to identified.*

CAPÍTULO 1. Introducción general

1.1 Estructura del documento

Este trabajo está conformado por los siguientes capítulos:

- Capítulo 1. Introducción general:

En esta parte se justifica la necesidad de este trabajo de tesis y se indican los principales aspectos presentes en la literatura científica sobre el tema en cuestión. Se introduce los elementos principales de la bibliometría como área de estudio, luego se presentan diversos ejemplos de aproximaciones bibliométricas sobre disciplinas emergentes y ya consolidadas. En este punto se presenta el e-learning como una disciplina emergente y algunos estudios bibliométricos que hasta el momento se han realizado para aproximarse a ella.

Con base en este contexto general, se presentan las características del dominio de conocimiento definidas en este trabajo, seguidamente se presentan de manera resumida las publicaciones realizadas, como una sola unidad temática. Se describe su coherencia estructural, temática y bibliográfica y finalmente, en su conjunto, como aportan la caracterización del *e-learning* como dominio de conocimiento.

- Capítulo 2. Revisión del estado actual del tema y limitaciones del estudio.

En este capítulo se presenta un ejercicio de aproximación bibliométrica utilizando la base de datos Scopus y comparando los resultados obtenidos, con base en las aproximaciones descritas en el capítulo anterior. Como resultado de este ejercicio se presentan una serie de limitaciones, tanto a nivel de información como metodológico, que se identificaron a lo largo de la investigación y que de alguna manera condicionan los resultados y las conclusiones obtenidas.

- Capítulo 3. Objetivo general e hipótesis

Se define el objetivo general y las preguntas que orientan esta investigación, finalizando con la hipótesis que se desea corroborar mediante la aplicación de técnicas bibliométricas.

- Capítulo 4. Metodología

Se introducen los elementos metodológicos presentes durante el desarrollo de la tesis, las técnicas y herramientas utilizadas, así como el tipo de uso de cada una de ellas para responder las preguntas de investigación y confirmar o contradecir la hipótesis planteada. Se presenta un conjunto de 3 metodologías transversales, para luego mostrar de manera resumida, las metodologías utilizadas en cada publicación.

- Capítulo 5. Publicaciones:

Este capítulo está constituido por una breve introducción y la presentación de 3 artículos científicos y un capítulo de libro, los cuales representan la comunicación realizada a la comunidad científica de los resultados obtenidos en esta investigación. Cada publicación, además de su contenido en inglés, incluye el canal de comunicación en el que se ha publicado, la referencia bibliográfica y el título y resumen en español. Además, se incluyen otros resultados de investigación que no han sido publicados, consiste en tres representaciones visuales generadas en el marco de esta tesis, que aportan a la confirmación de la hipótesis, así como el listado de los autores con mayor producción en la temática, mostrando su afiliación institucional y regional. Finaliza el capítulo con unas conclusiones parciales correspondientes a cada una de las publicaciones.

- Capítulo 6. Discusión global de los resultados

Se discuten los resultados obtenidos desde una visión que permita integrarlos y darles un carácter científico, que se soporte en las evidencias presentadas en el desarrollo de la hipótesis pero que también sean abiertos a diferentes argumentaciones desde la bibliometría u otras disciplinas encargadas de analizar los dominios científicos.

- Capítulo 7. Conclusiones finales

Este trabajo de tesis finaliza su presentación con la inclusión de un conjunto de conclusiones, construidas a partir de las conclusiones de cada una de las publicaciones y de las conclusiones parciales presentadas en el capítulo 5. Estas conclusiones finales son completamente inéditas y originales y constituyen la contribución principal de este trabajo al desarrollo tanto de la bibliometría como del *e-learning*.

1.2 La bibliometría

La palabra “bibliometría” fue introducida por Pritchard¹ quien substituyó el término anterior "bibliografía estadística" que se usaba con la misma intención para medir la información bibliográfica de las publicaciones científicas.

La bibliometría, como actividad científica, se refiere a la naturaleza y la forma en que la información se presenta cuantitativamente, tiene como objeto de estudio las publicaciones científicas y su objetivo es valorar la actividad científica y el impacto de los trabajos y de las revistas en las cuales se publican, determinando sobre éstas últimas su cobertura y calidad. Se basa en un conjunto de indicadores que proporcionan información sobre el proceso de investigación, su volumen, evolución, visibilidad y estructura. Incluye no solo estadísticas descriptivas, sino también análisis de redes sobre palabras clave, textos, citas, autores, instituciones y sus relaciones. Se investigan elementos como la frecuencia, la relación, la centralidad sobre documentos, autores, instituciones y países. Los investigadores utilizan la bibliometría para explorar las tendencias de publicación, la base de conocimiento de un área en particular, los patrones de citación, las redes de co-autoría y el impacto de la producción científica. Se considera una disciplina emergente de investigación en el área *library and information sciences*.

El análisis bibliométrico permite entre otras cosas:

- Conocer el crecimiento y evolución de los resultados académicos relacionados con una determinada temática en determinado periodo de tiempo.
- Identificar los cambios y la evolución de los intereses de investigación en la producción científica.
- Conocer las temáticas o frentes que impulsan la investigación de cierta disciplina.
- Identificar los principales contribuyentes en la producción y el impacto de cierta temática.
- Medir la utilidad de los servicios de diseminación y comunicación de la investigación.
- Identificar las publicaciones centrales de determinada disciplina.
- Formular políticas de adquisición en las bibliotecas e instituciones orientadas a la investigación.

¹ Pritchard, A. (1969) *Statistical Bibliography or Bibliometrics*. *Journal of Documentation*, 25, 348-349.

- Estudiar la dispersión y obsolescencia de la literatura científica.

Además, los estudios bibliométricos, permiten una cuantificación objetiva del conocimiento, ayudan a resumir la investigación informada en la literatura científica, mediante la medición de sus indicadores y son aprovechados en el actual auge de la información y del conocimiento mediante la consolidación de bases de datos bibliográficas. Sobre éstas, se puede evaluar, sintetizar y analizar la información allí almacenada y pueden ser entendidos como visiones macro de la investigación, ya que genera visiones multidimensionales sobre diversas unidades de análisis.

Otros enfoques del análisis bibliométrico se han dado a la evaluación de los servicios de biblioteca, el desarrollo de colecciones, el refinamiento de políticas y la asignación de recursos, proporcionan una base científica para la toma de decisiones de los administradores de bibliotecas. También se ha enfocado hacia el análisis curricular² y para la evaluación de la calidad de la producción de investigación³.

Entre sus principales herramientas se encuentran métodos matemáticos, estadísticos, de recuperación avanzada de información, minería de datos y de texto y técnicas de visualización y representación de información que permiten medir el rendimiento de las publicaciones científicas.

Como se mostrará en la siguiente sección, hay una gran cantidad de estudios que han aplicado los métodos y las herramientas bibliométricas para analizar conjuntos de documentos agrupados por regiones, por temáticas, por autores y demás. El resultado de estos análisis genera un marco muy útil para la toma de decisiones, ayudando en la administración de recursos y en la planificación de servicios de documentación.

Al analizar las áreas de conocimiento que alimentan y contribuyen al desarrollo de la bibliometría, nos encontramos con que hoy en día es considerada como uno de los raros campos de investigación realmente interdisciplinarios, ya que existen vínculos importantes con la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia, con estudios de política y gestión y con las matemáticas, la física y la

² Primoz Juznic, Joze Urbanija, (2003) "Developing research skills in library and information science studies", *Library Management*, Vol. 24 Issue: 6/7, pp.324-331, <https://doi.org/10.1108/01435120310486048>

³ Middleton, A. (2005). *An attempt to quantify the quality of student bibliographies*. *Performance Measurement and Metrics: The International Journal for Library and Information Services*, 6 (1), 7-18.

informática⁴ y además, abarca todos los estudios que buscan cuantificar el proceso de la comunicación escrita⁵.

Sin embargo, los datos y los indicadores que constituyen la fortaleza de esta disciplina en el análisis cuantitativo de la investigación encuentran algunos detractores en quienes afirman que este enfoque deja de un lado el “contenido real” de la investigación y quienes afirman que los rankings realizados con base en estos datos responden a manipulaciones de orden político o económico. Como veremos, en la sección siguiente, los resultados obtenidos de los análisis bibliométricos dependen en gran medida de las fuentes de información consultadas y los filtros realizados sobre datos, por esto es muy importante a la hora de concluir el análisis tener en cuenta las limitaciones del estudio, esto aplica a nivel de documento, de autor, de institución, de país y de cualquier unidad de análisis que se tome. Otra forma como la bibliometría ha respondido a estas detracciones en precisamente incorporando elementos de análisis de contenido, los cuales brindan un enfoque mucho más amplio al nivel cuantitativo, mostrando los frentes de investigación, las temáticas emergentes y las tendencias en investigación de la comunidad científica, lo cual aporta considerablemente al entendimiento de temática analizada, su evolución y relacionamiento con otras áreas de conocimiento.

Otro inconveniente al que se enfrenta esta disciplina es la clasificación y delineación de campos temáticos, sobre todo en las disciplinas o áreas emergentes, ya que la gran mayoría de éstas responden a la combinación de enfoques y técnicas entre 2 o más áreas de conocimiento, por eso las definiciones difieren entre las diferentes áreas de aplicación, al encontrarse dispersa la literatura sobre la temática. En áreas como estas, la delineación se logra mediante el uso de palabras clave para extraer las publicaciones relevantes de la fuente de información.

En cuanto a los indicadores bibliométricos, podemos decir que éstos son *datos estadísticos deducidos de las publicaciones científicas*, que parten de las siguientes premisas⁶:

⁴ Franceschet, M. (2009), A cluster analysis of scholar and journal bibliometric indicators. *J. Am. Soc. Inf. Sci.*, 60: 1950-1964. doi:10.1002/asi.21152

⁵ Wormell, I. (2002). *Informetrics and the use of bibliographic data in a strategic combination. Proceedings of the fourth International conference on conceptions of Library and Information Science. Seattle, WA US AJ July 21-25 .p151-165*

⁶ Moravesik, M.J. (1989). *¿Cómo evaluar la ciencia y a los científicos?. Traducción del inglés José Ramón Pérez Álvarez-Ororio. Revista española de documentación científica*, 12(3), 313-325.

- El valor y la calidad de un trabajo de investigación viene dado por el modo en que es recibido por los demás científicos y por la manera en que éstos reaccionan ante el mismo.
- La reacción de la comunidad científica se puede estimar contemporáneamente o al poco tiempo de concluirse la investigación.
- Todas las contribuciones a la investigación científica dejan huellas identificables en la literatura científica.
- Examinando los trabajos publicados en las revistas científicas se capta la información sobre ciencia que se comunica investigador a investigador, a través de la bibliografía.
- Utilizando las bases de datos se pueden detectar todas las publicaciones científicas relevantes para la evaluación.
- Se puede obtener una medida realista de la producción mediante el simple recuento de publicaciones, independientemente de la longitud y de la naturaleza de cada artículo.
- La cantidad de citas de un trabajo es una medida fiable de su valor.

Una característica importante de los indicadores es que su uso combinado describe con mayor exactitud la unidad de análisis, de ahí que los análisis bibliométricos se realicen con un conjunto amplio de indicadores para no caer en sesgos aislados de producción, colaboración o impacto.

Otra característica que se debe tener en cuenta es que la información que proporcionan los indicadores es relativa a la disciplina estudiada, esta no puede ser extrapolada a otras disciplinas, ya que los hábitos de investigación varían entre disciplinas y entre áreas de conocimiento.

Tanto las herramientas, como los indicadores utilizados, como los diversos enfoques en los que se ha desarrollado esta disciplina ha tenido un impacto directo en la forma como se entiende la producción científica y ha redibujado el panorama sobre la forma de concebir dicha producción, prueba de ello es la evaluación de la producción científica que se realiza al interior de las universidades para medir el desempeño de su profesorado y la continua creación de observatorios de ciencia a nivel mundial para medir el desempeño de los países y sectores.

1.3 Aproximaciones bibliométricas a diferentes dominios de conocimiento

Otros trabajos han encarado la tarea de caracterizar dominios de conocimiento, algunos de ellos sobre temáticas ya establecidas y otros sobre disciplinas emergentes. En la literatura bibliométrica se encuentran aproximaciones a las disciplinas de nanotecnología, energías renovables, ciencias de los alimentos, *Big Data*, oncología, informática biomédica y otros. También se encuentran algunas aproximaciones al estudio del *e-learning*, estas serán analizadas en la sección 1.4.

La mayoría de las aproximaciones bibliométricas presentan enfoques y metodologías similares a la hora de analizar dominios de conocimiento. Estas se soportan inicialmente en el establecimiento de fuentes de información y en la determinación de un conjunto de indicadores bibliométricos que permitan identificar el comportamiento de la temática, el cual puede ser su evolución, su producción representativa a distintos niveles, su enfoque regional o institucional.

A continuación, se describen algunas de las aproximaciones presentes en la literatura científica, incluyendo las fuentes de información, los indicadores utilizados y los enfoques con los cuales fueron realizadas. Iniciamos con las ciencias de la información y la documentación, luego nanotecnología, *Big Data*, auto inmunología, informática e ingeniería biomédica, energía, malaria, cambio climático, anestesia y desechos alimentarios, solo por incluir algunas áreas y disciplinas emergentes.

- Las ciencias de información y la documentación en la India⁷.

El objetivo de este trabajo fue determinar los patrones de publicación en *Library and Information Science* en la India. Como fuente de información se utilizó el *Indian Citation Index*, utilizando la categoría preestablecida y buscando la producción en el periodo 2004-2015. Se obtuvieron 2,428 documentos. El análisis mostró que la evolución en la producción de esta temática en la India es muy inconsistente con el mayor pico en 2010. Como unidad de análisis se utilizó la institución productora, así como el sector al que pertenece. Los indicadores bibliométricos utilizados fueron la producción (output) y las citas por documento. Las instituciones que mayor contribución realizan a la temática son *Mysore University* y *University of Delhi*. Las que mayor impacto generan son *CSIR-NISTADS* y *CSIR-NISCAIR*. Los autores

⁷ Garg, K.C., Sharma, C. (2017) *Bibliometrics of Library and Information Science research in India during 2004-2015*. *Journal of Library & Information Technology*, 37(3), 221-27. DOI: 10.14429/djlit.37.3.11188

con mayor impacto son B.M. Gupta y K.C. Garg del *CSIR-NISTADS*. El *Journal of Information Management* publica la mayor cantidad de documentos de la temática en la India. Se encontraron algunas limitaciones como la cobertura del índice frente a las revistas y la ausencia de datos de impacto.

- Las ciencias de información y la documentación frente a la *Web of Science*⁸.

En este estudio se analizó la correspondencia temática de las revistas clasificadas en la categoría *information science & library science* de *Web of Science*. Se desarrollaron visualizaciones mediante la técnica de análisis de redes (*network analysis*) con base en sus indicadores de impacto para determinar el grado en que las revistas incluidas en la categoría efectivamente comunican el conocimiento de la temática. Se utilizaron las 85 revistas incluidas en la categoría. Se encontró que el *Journal of Informetrics* es la única revista que esta exclusivamente clasificada en esta categoría, las demás son interdisciplinarias. El análisis mostró que, de las 85 revistas clasificadas, 25 corresponden a *information sciences* y 22 corresponden a *library science*. Un hallazgo adicional es que la diferencia en la citación cuando se escribe en idiomas distintos al inglés es relevante para la normalización.

- Nanociencia y nanotecnología⁹.

Se realizó un análisis bibliométrico sobre la base de conocimiento en nanociencia y nanotecnología en la comunidad científica china. Este trabajo se realizó utilizando como unidad de análisis el país, contrastando los resultados con otros países con alta producción científica en esta temática, como son Francia, Alemania, Japón y Estados Unidos. En este estudio se utilizó como fuente de información la base de datos *Web of Science SCI Expanded*, por su cobertura y por contar con revistas de alta influencia en ciencias naturales y ciencias médicas. En comparación con otros campos de la ciencia y la tecnología, no existe una categoría temática o un sistema de clasificación que disponga la información bibliométrica de nanociencia y nanotecnología. Para obtener los documentos relacionados con la temática se realizaron consultas utilizando el término “nano” seguido de expresiones especializadas de la temática.

⁸ Leydesdorff, L. and Bornmann, L. (2016), *Journal of the Association for Information Science and Technology*. *J Assn Inf Sci Tec*, 67: 707-714. doi:10.1002/asi.23408

⁹ Guan, J., Ma, Na. (2007) *China's emerging presence in nanoscience and nanotechnology: A comparative bibliometric study of several nanoscience 'giants'*. *Research Policy*, 36(6), 880-886.

Se utilizaron las tipologías de documentos, artículos, revisiones, cartas y notas. El periodo de tiempo analizado fue de 1984 a 2004. Se analizaron los indicadores de productividad (*output*), colaboración internacional e impacto (*citation*). Se analizó la producción originada por los sectores universitario, centros de investigación, organizaciones y otros institutos. Este estudio demostró que China se ha beneficiado enormemente de la colaboración internacional para mejorar el impacto de su investigación, ya que su media de citas de documentos internacionales es significativamente más alta que la de sus documentos sin colaboración.

- Nanociencia, Nanotecnología y Nanotubos de carbón¹⁰.

En este trabajo se analiza y discute el desarrollo e impacto de la nanociencia, la nanotecnología y los nanotubos de carbón, cubriendo múltiples áreas de conocimiento, revistas, documentos específicos y temáticas emergentes. Como fuente de información se seleccionó el *ISI WoS (Institute for Scientific Information – Web of Science)* para la recuperación de 80.000 documentos mediante el término de búsqueda “carbon nanotube”. El periodo de tiempo seleccionado fue de 1997 a 2012. Se utilizó como unidad de análisis el nivel de país, mostrando que China supera a Estados Unidos en la producción mundial en nanociencia, nanotecnología y nanotubos de carbón.

- Nanociencia y Nanotecnología en Siberia¹¹.

Se realizó un análisis multidimensional de la producción científica en nanociencia y nanotecnología generada por la rama siberiana de la Academia Rusa de Ciencias (*Russian Academy of Sciences – SB RAS*). Las fuentes de información se dividieron en dos grupos, primero las multidisciplinarias (*Web of Science, Scopus y Russian Index of Scientific Citation*) y luego las especializadas (*Chemical Abstracts Plus y Inspec*). Los indicadores bibliométricos presentes en este estudio fueron los de productividad, de colaboración internacional y de citación. El periodo de tiempo analizado fue 2007-2012. Este estudio determinó los principales objetos de investigación de las temáticas, como son, nanopartículas, nanoestructuras, nanotubos, nanocompuestos, nano cristales, nanotecnología y nanoelectrónica. Como unidades

¹⁰ Munoz-Sandoval, E. *J Nanopart Res* (2014) 16: 2152. <https://doi.org/10.1007/s11051-013-2152-x>

¹¹ Lavrik, O.L., Busygina, T.V., Shaburova, N.N. et al. *J Nanopart Res* (2015) 17: 90. <https://doi.org/10.1007/s11051-015-2900-1>

de análisis se utilizaron los investigadores y los institutos de investigación, determinando que el *Novosibirsk Scientific Centre* es el principal actor en esta temática.

- Nanociencia en Sudáfrica¹².

Se analizaron los perfiles de los investigadores y de las instituciones en Sudáfrica frente a la nanociencia como temática de investigación emergente en el contexto mundial. Como fuente de información se utilizó la base de datos Web of Science. El periodo de tiempo consultado en la base de datos fue desde 2005 hasta 2015. Los indicadores bibliométricos utilizados fueron los de productividad, colaboración internacional y citación. Se utilizaron 22 palabras clave para realizar la consulta, la mayoría de ellos inicia con el prefijo “nano”, sin embargo, algunos otros se determinaron desde un punto de vista más especializado, para recuperar 2928 documentos que cumplen con estos criterios. Adicionalmente, se realizó una mirada profunda a las políticas gubernamentales que tienen implicación directa en la investigación de las universidades públicas, la denominada Estrategia Nacional de Nanotecnología, lanzada en 2005. El análisis concluye que la productividad de las instituciones creció considerablemente desde que la estrategia entró en vigor. Los principales canales de comunicación seleccionados para difundir estos resultados han sido *Electrochimica Acta* y *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*. Se identificaron las principales áreas de investigación que se desarrollan las instituciones del país, siendo difundida a través de los dominios tradicionales de química, ciencias de los materiales y física. Las instituciones con mayor productividad son el *Council for Scientific and Industrial Research* y la *University of the Witwatersrand*. Se identificó un alto grado de colaboración internacional con la India, Estados Unidos y China.

- *Big Data* y el Internet de las cosas (*IoT*)¹³.

Este trabajo parte de la premisa que para los investigadores en esta temática es importante conocer el estado de los estudios que están siendo desarrollados a nivel global y contar con un panorama global del dominio. Como fuente de información se utilizó Scopus durante el periodo 2006-2015. Se encontraron 30557 documentos, lo cuales fueron tratados con la herramienta

¹² Makhoba X, Pouris A. Bibliometric analysis of the development of nanoscience research in South Africa. *S Afr J Sci.* 2017;113(11/12), <http://dx.doi.org/10.17159/sajs.2017/20160381>

¹³ Nobre, G.C. & Tavares, E. (2017) Scientific literature analysis on big data and internet of things applications on circular economy: a bibliometric study. *Scientometrics* 111: 463. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2281-6>

estadística “R” para analizar sus pareos y llegar así a un conjunto de 70 documentos. Se utilizó como unidad de análisis el nivel país y se incluyeron elementos de contexto para fortalecer el análisis. Como resultado se encontró que China y Estados Unidos son los países más interesados en la temática y con mayor oportunidad en su desarrollo.

- *Big Data* e Inteligencia de Negocios (BI)¹⁴.

En este trabajo se analizó la literatura científica en *Big Data* y en *Business Intelligence* para explorar su desarrollo e identificar sus tendencias de investigación. Como fuente de información se utilizó el *Science Citation Index Expanded (SCIE)*, *Social Science Citation Index (SSCI)* y el *Arts & Humanities Citation Index (AHCI)*, durante el periodo 1990-2017. Se encontraron 10,637 documentos asociados al término “big data” y 1,168 documentos asociados con el término “Business Intelligence”, de los cuales solo 141 documentos representan el conjunto de los dos términos. Se realizó un análisis sobre 6 tipos de documentos (*article*, *editorial material*, *review*, *book review*, *meeting abstract* y *proceedings paper*) cuya mayor representatividad está en los artículos. Se representaron las tendencias en el tiempo, la correspondencia de la temática en las áreas de conocimiento, en donde *computer science* y *management information systems* son el núcleo de estas temáticas; y finalmente, los temas emergentes a través de un análisis de similaridad de las palabras clave de las publicaciones en donde *data mining*, *social media* y *information system* son las palabras clave con mayor frecuencia pero *cloud computing*, *data warehouse* y *knowledge management* son las palabras clave con mayor representatividad en los últimos años. En cuanto a las revistas y actas de conferencias, se identificaron en este estudio las revistas que han desarrollado números especiales sobre las temáticas *big data* y *business intelligence*, además se listó el top de revistas en cada una de las temáticas en donde se encontró que el *big data* tiene una cobertura en revistas más diversa que *business intelligence*. Finalmente, se listan los autores más influyentes en las temáticas con sus respectivos índices de citación entre las 141 publicaciones comunes entre las dos temáticas.

¹⁴ Liang, T.P., Liu, Y.H. (2018) Research Landscape of Business Intelligence and Big Data analytics: A bibliometrics study. *Experts Systems with Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.05.018>

- Tendencias en la investigación de *Big Data*¹⁵.

Este trabajo identificó las principales tendencias de investigación en Big Data a nivel mundial y sus principales áreas de investigación, para ello, se utilizó la *Web of Science Core Collection* durante el periodo 1980-2015. Para definir el conjunto de palabras clave se analizaron, por un conjunto de expertos, 30 documentos relacionados con la temática desde diversas revistas. Este conjunto inicial de palabras clave fue complementado con una encuesta virtual a más de 400 investigadores en la temática. El conjunto final de palabras clave está constituido por 13 términos. Se extrajeron 6572 artículos en cuyo título se encontraba alguna de las palabras clave. Estos documentos fueron posteriormente refinados para contar únicamente con aquellos que están indexados bajo el área de conocimiento ciencias de la computación. Se analizaron los documentos restantes bajo los filtros bibliométricos de tipo de documento, idioma de publicación, año de publicación, contribución de los países, revistas, áreas de conocimiento relacionadas. Se realizaron diversos análisis sobre las categorías de conocimiento de la Web of Science, los autores principales y las palabras clave utilizadas por dichos autores.

- Reconocimiento de la Auto inmunología como una disciplina en sí misma¹⁶.

La auto inmunología, tradicionalmente entendida como una especialidad de la inmunología, se analizó en este estudio, mediante un enfoque bibliométrico, para evaluar la literatura existente sobre trastornos autoinmunes. Se utilizó PubMed/MEDLINE como tesoro bibliográfico para extraer 169,519 documentos que contienen la palabra clave “*autoimmunity*”. Se encontraron 6 revistas que cubrían el 4.15% del total de la producción. El análisis de los indicadores de producción mostró que los principales países en los cuales se desarrolla la disciplina son Estados Unidos, Japón, Alemania, Reino Unido, Italia, China, Francia, Canadá, Australia e Israel. Las principales tendencias en la investigación son representadas por *microRNAs (miRNAs) in the ethiopathogenesis of autoimmune disorders, contributions of genetics and of epigenetic modifications, role of vitamins, management during pregnancy y impact of gender*.

¹⁵ Kalantari, A., Kamsin, A., Kamaruddin, H.S. et al. *J Big Data* (2017) 4: 30. <https://doi.org/10.1186/s40537-017-0088-1>

¹⁶ Watad, A., Bragazzi, N.L., Adawi, M., Amital, H., Kivity, S., Mahroum, N., Blank, M., & Shoenfeld, Y. (2017). *Is autoimmunology a discipline of its own? A big data-based bibliometric and scientometric analyses*. *Autoimmunity*, 50 4, 269-274.

Esta investigación demostró que hay una consolidación en la divulgación de la temática a través de estas 6 revistas.

- Informática biomédica¹⁷.

Este estudio analiza el desarrollo de la informática biomédica en la última década del siglo 20. Se utilizaron como fuente de información 34 revistas especializadas en el campo e indexadas por el *Institute for Scientific Information of Philadelphia*. Los resultados de esta investigación mostraron que los países más productores en la temática en cuestión son el Reino Unido, los Estados Unidos y Holanda. Se analizó además el factor de impacto de las revistas para determinar las revistas con mayor crecimiento en el impacto en el periodo de tiempo analizado. Las revistas que mostraron mayor crecimiento en el impacto fueron *Neural Computation*, *Journal of The American Medical Informatics Association*, *Journal of Computational Neuroscience* y *Bioinformatics*.

- Análisis bibliométrico de la ingeniería biomédica¹⁸.

En este estudio se utilizan técnicas bibliométricas para determinar puntos de referencia que puedan ser utilizadas en la elaboración de políticas públicas de ciencia y tecnología para el desarrollo de la ingeniería biomédica en China. El periodo de análisis fue de 1992 a 2011 y se utilizó como fuente de información la *Web of Science* para extraer los datos de 70 revistas relacionadas con ingeniería biomédica, 120 revistas de radiología, medicina nuclear e imágenes médicas, 25 revistas de ciencias de los materiales y biomateriales y 26 revistas de ingeniería celular y tisular. Luego de unificar las revistas se contó con una base de 188 revistas las cuales aportaron al estudio un total de 12,925 documentos. Como resultado, se obtuvo la identificación de los principales frentes de investigación, *medical imaging*, *Cell & Tissue Engineering* y *biomateriales*, además, se identificaron las principales agencias chinas auspiciadoras de la

¹⁷ Arencibia Jorge, Ricardo, Perezleo Solorzano, Ligeya, Achón Veloz, Gudelia, & Araújo Ruiz, Juan A. (2001). La informática biomédica desde una perspectiva bibliométrica. *ACIMED*, 9(3), 201-208.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352001000300004&lng=en&tlng=es

¹⁸ Zhaolian O., Ping Z., Ranran D., Kelei G., Wenjiao G., Hui C. (2013) *Bibliometrics of High-Quality Biomedical Engineering Papers from Mainland China based on JCR Journals in the Past 3 Years*. In: Long M. (eds) *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering May 26-31, 2012, Beijing, China. IFMBE Proceedings*, vol 39. Springer, Berlin, Heidelberg

investigación en esta temática, como son *Ministry of Education, Ministry of Science and Technology* y *National Natural Science Foundation*.

- Análisis de las estrategias de administración de energía¹⁹.

Este estudio realizó un análisis cuantitativo del estado de la investigación en las estrategias de administración de energía de los vehículos híbridos eléctricos (*Hybrid electric vehicles - HEVs*). El análisis incluyó los títulos, las palabras clave y los resúmenes de la producción científica que fueran coincidentes con los términos *hybrid electric vehicle, hybrid powertrain, hybrid electric car, hybrid electric bus, hybrid electric truck* y *hybrid electric automobile*. Como fuente de información se utilizó *Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)* y *Conference Proceedings Citation Index-Science (CPCI-S)*. El periodo de tiempo analizado fue de 1998 a 2014. Se obtuvieron en total 575 documentos correspondientes exclusivamente a producción científica primaria (artículos, artículos de conferencia y revisiones). Como resultado final, se presentan las tendencias en la investigación que se convierten en la propuesta de nuevas estrategias para *driving cycle recognition/prediction algorithms, integrated multi-objective, coordinated optimization energy management strategies, good balance between computation complexity and optimization performance of energy management strategies, fair and credible evaluation system of energy management strategies*.

- La investigación mundial en malaria²⁰.

Este estudio realizó una evaluación de la investigación en malaria en el mundo. Durante el periodo 1972-2004. Como fuente de información se utilizó la base de datos PubMed, realizando consultas con los términos “malaria*”, “plasmodium”, “falciparum” y “vaccine*” sobre los campos título y resumen. Se recuperaron 2,662 documentos que fueron refinados manualmente para finalmente contar con 2.007 documentos de base. Estos documentos provienen de 352 revistas y de 40 diferentes países. Se analizaron los indicadores de productividad, la distribución geográfica de dicha producción a nivel país e indicadores de impacto como las

¹⁹ Zhang, P., Yan, F., Du, C. (2015) A comprehensive analysis of energy management strategies for hybrid electric vehicles based on bibliometrics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 48, 88-104. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.093>

²⁰ Garg, K. C., Kumar, S., Madhavi, Y. and Bahl, M. (2009), *Bibliometrics of global malaria vaccine research*. *Health Information & Libraries Journal*, 26: 22-31. doi:10.1111/j.1471-1842.2008.00779.x

citas por documento (*citations per paper – CPP*), el número de documentos de alta calidad (*Number of high-quality papers - NHQ*) y el índice relativo de calidad (*Relative Quality Index - RQI*). Los patrones de citación mediante *Google Scholar*. Los resultados muestran que Estados Unidos, el Reino Unido, Francia y Australia lideran tanto la producción científica como el impacto de dicha producción. Curiosamente, estos países líderes no son afectados por la malaria.

- El cambio climático visto desde la bibliometría²¹.

El estudio bibliométrico del cambio climático incluye (1) el crecimiento de la producción global, (2) el crecimiento de algunos subcampos principales, (3) las revistas contribuyentes y los países, así como su impacto de citas, y (4) un análisis de contenido del campo título, con el objetivo de ilustrar la evolución en el tiempo e importancia relativa de temas específicos de investigación en esta temática. Como fuente de información se utilizó *Science Citation Index Expanded (SCI-E)*, *Social Sciences Citation Index (SSCI)* y *Arts and Humanities Citation Index (AHCI)*. Con la consulta por el término “*climat* chang*” en los campos título y resumen se encontraron 222,060 documentos correspondientes a artículos y revisiones exclusivamente. El periodo de análisis fue de 1980 a 2014. Como resultado se encontró que la producción mundial se dobla cada 5-6 años. El análisis de correspondencia con las áreas de conocimiento mostró que la ingeniería y las ciencias sociales son las que más contribuyen al desarrollo de la temática. Las principales revistas en las cuales se comunica la temática son *The Journal of Geophysical Research*, *Journal of Climate*, *Geophysical Research Letters* y *Climatic Change*. En cuanto a los países, se encontró que Estados Unidos, Reino Unido, Alemania y Canadá lideran la producción en la temática, mientras que el Reino Unido, Suiza, Dinamarca y Holanda lideran en los indicadores de impacto.

- La investigación en anestesia²².

En este estudio se buscaba responder a la pregunta si la investigación en anestesia se encontraba en declive o no. Como fuente de información se utilizó Web of Science, durante todo el periodo

²¹ Haunschild R, Bornmann L, Marx W (2016) Climate Change Research in View of Bibliometrics. *PLOS ONE* 11(7): e0160393. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160393>

²² Moppett, I.K. et al. (2011) Bibliometrics of anaesthesia researchers in the UK. *British Journal of Anaesthesia*, 107(3), 351 - 356

de cobertura de esta base de datos. Adicionalmente, se utilizó Google Scholar. Los indicadores bibliométricos utilizados fueron el número total de publicaciones, el número total de citas, las citas por documento, el índice H, el índice G e indicadores de impacto modificados. Se analizaron los datos a nivel individual, a nivel departamental y a nivel nacional.

Se encontraron 57 documentos, los cuales han conseguido 571 citas, con un índice H de 13 y un índice G de 22. Como resultado, esta primera descripción del perfil bibliométrico de la investigación de anestesia del Reino Unido muestra una amplia variación entre los departamentos, sin embargo, la producción científica en esta temática no parece ser particularmente diferente de la producción a nivel Europa o Canadá.

- La investigación en desechos alimentarios²³.

En este estudio se analizó el crecimiento en la producción científica en esta temática emergente. Como fuente de información se utilizó la base de datos *Web of Science*. El periodo de análisis fue de 18 años, desde el año 2000 al 2017. Se encontraron 2,340 documentos publicados en 801 revistas cubriendo 161 categorías temáticas en *WoS*. Se analizó la distribución cronológica, la producción de países e instituciones, las revistas y actas de conferencias, su correspondencia con áreas de conocimiento y las palabras clave brindadas por los autores. Como resultado se identificó que en los últimos 8 años del periodo analizado se nota mayor crecimiento en la producción en desechos alimentarios. Se encontró una hegemonía de las instituciones chinas en cuanto a los indicadores de producción y de los países industrializados en cuanto a los indicadores de desempeño. El análisis de las palabras clave encontró que *clean energy*, *treatment and valorization* y *management innovation* se han constituido como frentes de interés en investigación de la comunidad científica en esta temática.

Este análisis detallado de las aproximaciones bibliométricas demuestra que la mayoría de estas, toman sus datos bibliométricos de los trabajos que se encuentran en las clasificaciones de áreas y categorías de conocimiento preestablecidas por los índices y las bases de datos bibliográficas. Este

²³ Chen, H., Jiang, W., Yang, Y., Yang, Y., & Man, X. (2017). State of the art on food waste research: a bibliometrics study from 1997 to 2014. *Journal of cleaner production*, 140(), 840-846. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.11.085

es un componente diferencial en esta tesis, no se cuenta con una categoría preexistente en los índices y bases de datos bibliográficas desde la cual se puedan extraer los datos bibliográficos para realizar la caracterización del dominio de conocimiento.

Por otro lado, también en la mayoría de los casos, se utiliza una sola unidad de análisis para realizar la aproximación bibliométrica, lo cual reduce la posibilidad de contar con un análisis global de la temática en cuestión. Además, al medir el impacto de las publicaciones, en los casos analizados, se utiliza únicamente el indicador bibliométrico de citación, ya sea por restricción de datos para otros indicadores de impacto o porque para el momento de la investigación, aún no se habían desarrollado conceptualmente otros indicadores de impacto como la Excelencia y el Liderazgo.

1.4 El *e-learning* como objeto de estudio bibliométrico

El e-learning, cuya abreviatura es “electronic learning”, surge como denominación de la relación entre la educación, los avances y las posibilidades que ofrece el aprovechamiento de las Tecnologías de Información y comunicación (TIC) y en particular de internet. Aun no existe un consenso de una definición exacta y unívoca sobre el concepto, se ha considerado como una “nueva” forma de aprendizaje, como una modalidad de la educación, como una herramienta para maximizar el alcance de las propuestas educativas, entre muchos otros enfoques.

Un enfoque muy común es el tecnológico, presentamos algunas de las definiciones que lo representan:

- “E-learning es el uso de medios electrónicos para una variedad de propósitos de aprendizaje que van desde funciones complementarias en aulas convencionales hasta la sustitución total de reuniones cara a cara por encuentros en línea”²⁴.
- “E-learning es tomar un curso usando un módem, conexión inalámbrica o por cable para acceder al material académico desde una computadora, teléfono o dispositivo portátil”²⁵.

²⁴ Guri-Rosenblit, S. (2005). ‘Distance education’ and ‘e-learning’: Not the same thing. *Higher Education*, 49(4), 467-493.

²⁵ Governors State University, Center for Online Learning and Teaching. (2008). *E-learning glossary*. Retrieved from www.govst.edu/elearning/default.aspx

- “E-learning es educación a distancia a través de recursos remotos”²⁶.
- “E-learning es el uso de la tecnología para ofrecer programas de aprendizaje y capacitación”²⁷.

Un segundo enfoque es el determinado por el acceso a los recursos y no los resultados. Se pueden mencionar:

- “E-learning es la entrega (*delivery*) de la educación, todas las actividades relevantes para la instrucción, la enseñanza y el aprendizaje, a través de diversos medios electrónicos”²⁸.
- “E-learning es una educación en línea definida como la entrega (*delivery*) a tiempo real o en tiempo real de capacitación y educación a través de Internet a un dispositivo de usuario final”²⁹.
- “E-learning es la entrega (*delivery*) de un programa de aprendizaje, capacitación o educación por medios electrónicos”³⁰.

Un tercer enfoque se orienta hacia la comunicación, la interacción y la colaboración. Algunas definiciones son:

- “E-learning es una educación que usa sistemas de comunicación computarizados como un entorno para la comunicación, el intercambio de información y la interacción entre estudiantes e instructores”³¹.
- “E-learning es el aprendizaje basado en las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) con la interacción pedagógica entre los estudiantes y el contenido, los estudiantes y los instructores o entre los estudiantes a través de la web”³².

²⁶ Marquès, P. (2006). Definición del e-learning. Retrieved from www.pangea.org/peremarques

²⁷ E-learning Portal (2009). E-learning glossary. Retrieved from <http://www.e-learningguru.com/glossary/e.htm>

²⁸ Koohang, A., & Harman, K. (2005). Open source: A metaphor for e-learning. *Informing Science Journal*, 8, 75-86.

²⁹ Lee, T., & Lee, J. (2006). Quality assurance of web based e-learning for statistical education. *COMPSTAT: Proceedings in Computational Statistics: 17th Symposium, Rome*.

³⁰ Li, F. W., Lau, R. W., & Dharmendran, P. (2009). A three-tier profiling framework for adaptive e-learning. *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Web Based Learning, Aachen*.

³¹ Bermejo, S. (2005). Cooperative electronic learning in virtual laboratories through forums. *IEEE Transactions on Education*, 48(1), 140-149.

³² González-Videgaray, M. (2007). Evaluación de la reacción de alumnos y docentes en un modelo mixto de aprendizaje para educación superior. *RELIEVE*, 13(1) Retrieved from http://www.uv.es/RELIEVE/v13n1/RELIEVEv13n1_4.htm

- “E-learning se define como el aprendizaje facilitado por el uso de herramientas digitales y contenidos que implica alguna forma de interactividad, que puede incluir la interacción en línea entre el alumno y su profesor o entre sus compañeros”³³.

Un último enfoque lo ubica en relación con los aspectos educativos y lo sitúa como una nueva modalidad de enseñanza y aprendizaje, se pueden mencionar las siguientes:

- “E-learning es el uso de nuevas tecnologías multimedia e Internet para mejorar la calidad del aprendizaje al facilitar el acceso a los recursos y servicios, así como el intercambio a distancia y la colaboración”³⁴.
- “El e-learning es una combinación amplia de procesos, contenido e infraestructura para usar computadoras y redes para escalar y / o mejorar una o más partes significativas de una cadena de valor de aprendizaje, incluida la administración y la entrega”³⁵.
- “El e-learning se define como las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) utilizadas para ayudar a los estudiantes a mejorar su aprendizaje”³⁶.
- “El e-learning se refiere a los procesos educativos que utilizan las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) para mediar actividades de aprendizaje y enseñanza síncronas y asíncronas”³⁷.

Cada uno de los enfoques anteriores puede perfectamente, asociarse a un área de conocimiento en particular. El primer y segundo enfoque con las ciencias de la computación, el tercero con las ciencias de la comunicación y el cuarto con las ciencias de la educación.

Aunque estas definiciones tratan de abarcar distintas formas de aplicación del e-learning en los entornos educativos, no todas las aplicaciones tienen los resultados esperados, debido a la adjudicación de características y definiciones que reducen la confianza de las instituciones y de sus

³³ Ministry of Communication and Technology of New Zealand. (2008). *Digital strategy of the ministry of communication and technology*. Retrieved from <http://www.digitalstrategy.govt.nz/Resources/Glossary-of-Key-Terms/>

³⁴ Alonso, F., López, G., Manrique, D., & Viñes, J. M. (2005). *An instructional model for web-based e-learning education with a blended learning process approach*. *British Journal of Educational Technology*, 36(2), 217-235.

³⁵ Aldrich, C. (2005). *Simulations and the future of learning: : An innovative (and perhaps revolutionary) approach to e-learning*. San Francisco: Pfeiffer.

³⁶ Ellis, R. A., Ginns, P., & Piggott, L. (2009). *E-learning in higher education: Some key aspects and their relationship to approaches to study*. *Higher Education Research & Development*, 28(3), 303. Retrieved from <http://www.informaworld.com/10.1080/07294360902839909>

³⁷ Jereb, E., & Šmitek, B. (2006). *Applying multimedia instruction in e-learning*. *Innovations in Education & Teaching International*, 43(1), 15-27.

actores en el *e-learning*, como por ejemplo, A) pensar que el e-learning reemplazará la interacción humana, B) entrar en las dimensiones del e-learning pensando que los cursos y su implementación son una inversión mucho menor a la tradicional, C) partir del principio que “más es mejor” proveyendo los cursos con exceso de contenidos y recursos, D) incluir tecnologías “novedosas” con la intención de capturar la atención de estudiantes cada vez más jóvenes, desconociendo el uso educativo de las mismas, E) tomar decisiones institucionales de orientación virtual pensando que con esa incorporación se mejora la competitividad de la institución y F) invertir gran cantidad de recursos y esfuerzo en la capa tecnológica, sin tener en cuenta la resistencia al cambio del staff.

Los primeros estudios mostraban que la centralidad de la temática estaba en el apoyo que los equipos de cómputo y las redes podían ofrecerle a los profesores y estudiantes, enriqueciendo la educación con los hallazgos tecnológicos. Luego, el interés se torna hacia el componente educacional y posteriormente hacia el entendimiento del e-learning como el surgimiento de una nueva modalidad de enseñanza como una evolución de la modalidad a distancia.

Con el tiempo, se le ha brindado un carácter altamente revolucionario, gracias a sus características no ligadas a la temporalidad o al espacio físico, lo cual permite plantearse amplias coberturas y múltiples personalizaciones. Este mismo carácter lo ha llevado a ser foco de múltiples miradas:

- Como un elemento fundamental en la educación del siglo XXI que contribuye a la tarea de construcción y participación de la sociedad del conocimiento.
- Como un objeto de estudio transversal para el desarrollo de la sociedad en red.
- Como proveedor de herramientas y canales para acceder a nuevas experiencias y escenarios, innovando en procesos de enseñanza-aprendizaje, de investigación, de extensión y demás prácticas institucionales.
- Como campo de investigación de notable expansión, de temáticas complejas y rápido movimiento gracias a su componente tecnológico.

Estos diversos focos con los que se ha catalogado el e-learning en la escena mundial, ha llevado a considerarlo como uno de los elementos indispensables para lograr transformaciones sociales y educativas. Algunos elementos que lo hacen indispensable en el escenario educativo hoy en día son:

- Una rápida y eficiente diseminación en todos los métodos de aprendizaje

- Una alta tasa costo-beneficio, debido a la reducción de gastos logísticos y la capacidad de replicación.
- Se convierte en una implementación rápida para transmitir conocimientos en las organizaciones
- Hay una gran diversidad en la duración de los cursos, así como flexibilidad para que los estudiantes manejen su tiempo de acuerdo con su disponibilidad.
- Facilita el acceso a los expertos en diversos temas, garantizando rápidas y directas respuestas a las inquietudes.

El *e-learning* es un sector de amplio crecimiento a nivel mundial, con iniciativas que van desde experimentos en el salón de clase, hasta planes de formación a nivel nacional y regional, apoyados en proyectos institucionales y políticas nacionales de desarrollo.

Gran parte de esta responsabilidad no es solo asociada al e-learning, sino que la comparte con su más cercano aliado, las Tecnologías de la Información y la Comunicación – TIC. No se puede entrar a hablar de *e-learning* si no se tiene en cuenta el rol de las TIC en el desarrollo de la sociedad. Las Naciones Unidas han declarado que para asegurar una educación inclusiva y de calidad para todos y promover el aprendizaje permanente, en las metas de desarrollo sostenible del año 2020 se deben incrementar las becas para países en desarrollo en formación profesional y Tecnologías de Información y Comunicación -TIC, cuyo principal indicador es el porcentaje de jóvenes y adultos con habilidades en TIC. Por su parte, la OCDE³⁸ tiene como indicador la tasa de empleabilidad de los adultos formados y promueve la innovación educativa con el apoyo de Tecnologías de Información y Comunicación como un elemento necesario para alcanzar resultados educativos de calidad.

Este reto se encara en muchas ocasiones, sin contar con el conjunto de facilitadores para la buena implementación de la estrategia e-learning. Este conjunto de facilitadores ha sido estudiado en las últimas décadas para que las instituciones tengan un listado de consideraciones a la hora de entrar al mundo virtual. Estos facilitadores incluyen el buen diseño curricular del programa virtual, la disponibilidad y aseguramiento tecnológico, la motivación institucional y el cambio de paradigma en los profesores y estudiantes.

³⁸ OECD. (2017, January). *Education Policy Outlook 2015: Making Reforms Happen*. Retrieved from Education Policy Outlook Comparative Report: <http://www.oecd.org/edu/report.htm>

Además de los anteriores facilitadores, se consideran factores clave de éxito en la implementación del e-learning la calidad de los sistemas de información (flexibles, estables, adaptables, seguros, alta experiencia de usuario), la calidad en la información (estructurada, consistente, clara, útil, personalizada y relevante) y la calidad en los servicios prestados (disponibilidad, rapidez en la respuesta, de utilidad, satisfactorio, alta capacidad de retroalimentación).

La suma de los anteriores facilitadores y factores clave de éxito se han consolidado en los llamados “modelos del *e-learning*”. Los modelos más destacados convergen en la inclusión de los siguientes componentes:

- Institucional: Atiene todos los temas organizacionales, financieros, académicos y de prospectiva del modelo.
- Pedagógico: Se refiere a todos los aspectos de la enseñanza y el aprendizaje. Se relaciona con el análisis del contenido, el diseño educativo, el análisis de la audiencia y de los medios de instrucción.
- Tecnológico: Examina toda la infraestructura tecnológica, su planeación, implementación y mecanismos de soporte y recuperación.
- Diseño de interfaz: Se refiere a la apariencia de los programas y cursos virtuales, su navegación, el diseño de contenidos y las pruebas de usabilidad.
- Evaluación. Es el componente más delicado de todo el modelo y el que asegura su replicabilidad, incluye no solo la evaluación del aprendizaje, sino de los materiales, de la tutoría y en general de todo el ambiente de aprendizaje.
- Soporte: examina el soporte en línea y los recursos necesarios para fomentar entornos de aprendizaje significativos.
- Ética: Considera lo relacionado con la influencia política y social, la diversidad cultural y geográfica, el acceso a la información y los temas éticos.

Otra evidencia del crecimiento de esta temática en la escena mundial es la disponibilidad de programas de formación profesional en modalidad virtual. Desde el año 2010 hay un incremento en la matrícula en programas virtuales de nivel terciario, a una tasa de crecimiento anual del 3,9%. En Estados Unidos, por ejemplo, 1 de cada 4 estudiantes ha tomado un curso virtual, llegando en

2016 a la cifra de 6 millones de estudiantes que han tenido experiencia académica en ambientes de aprendizaje virtuales³⁹.

Lo anterior demuestra un incremento en la oferta, sin embargo, existe en la comunidad educativa, poca aceptación frente a las técnicas y herramientas de evaluación que ofrece y se aplican en la formación bajo esta modalidad. Frente a esto, hay estudios que demuestran que los resultados de aprendizaje obtenidos en educación superior bajo esta modalidad son en un 70% igual o superiores a la educación presencial.

Una de las iniciativas más recientes y con mayor impacto a nivel mundial ha sido la disposición de cursos en línea, abiertos y masivos (*Massive Open Online Courses - MOOC*) que surgen como una estrategia de cobertura en formación no formal, pero que con el tiempo se están consolidando en una oferta muy atractiva de formación especializada bajo distintas modalidades de pago, están los gratuitos, los que entregan un tipo de certificación, los que brindan micro-credenciales, los que cuentan como créditos académicos, los que brindan una titulación y los que entregan un certificado de entrenamiento organizacional. Todos estos con la calidad y titulación de los mejores centros educativos en el mundo. *Class Central*⁴⁰, uno de los principales observatorios de MOOC en el mundo, estima que más de 800 universidades tienen una oferta clara y permanente con más de 9400 cursos, de los cuales cerca de 7000 han sido catalogados en 2017 por esta organización, impactando a más de 81 millones de personas. Además, algunos países como India, México, Tailandia e Italia han lanzado su propia plataforma de MOOC.

Entre las plataformas más populares se encuentran Coursera⁴¹ (30 millones de estudiantes, 150 universidades, 29 países, más de 2000 cursos), edX⁴² (14 millones de estudiantes, 100 universidades, más de 1500 cursos), XuetangX⁴³ (9,3 millones de estudiantes, más de 400 cursos), Udacity⁴⁴ (9 millones de estudiantes, más de 200 cursos) y FutureLearn⁴⁵ (6 millones de estudiantes, 100 aliados).

³⁹ Allen, I., & Seaman, J. (2016, February). *Online Report Card - Tracking Online Education in the United States*. Retrieved from Online Report Card - Tracking Online Education in the United States, 2015 - OLC:

<https://onlinelearningconsortium.org/read/online-report-card-tracking-online-education-united-states-2015/>

⁴⁰ <https://www.class-central.com/report/mooc-providers-list/>

⁴¹ <https://www.coursera.org/>

⁴² <https://www.edx.org/>

⁴³ <http://www.xuetangx.com/>

⁴⁴ <https://www.udacity.com/>

⁴⁵ <https://www.futurelearn.com/>

En cuanto a las áreas de conocimiento cubiertas por estos cursos, la figura 1 muestra dicha distribución, primando las áreas de tecnología y negocios, seguidos por las ciencias y las ciencias sociales.

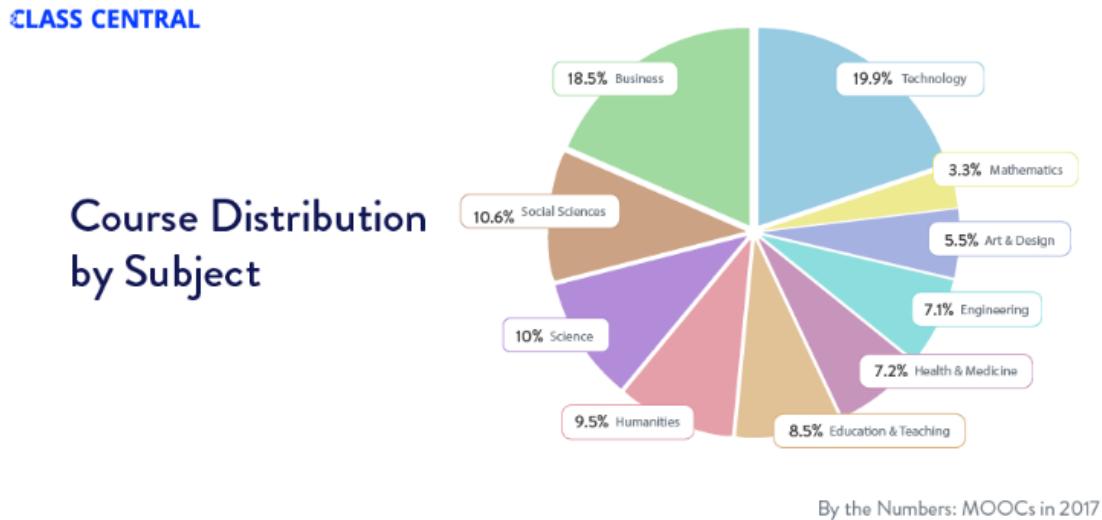


Figura 1. Distribución de MOOC por áreas de conocimiento. **Fuente:** Class Central 2017

Como se puede observar, estamos frente a una tendencia mundial, de múltiples coberturas, no solo a nivel de educación superior titulada, sino además con presencia muy fuerte en los sistemas de entrenamiento de las organizaciones y en el desarrollo de políticas públicas de educación formal y no formal.

Además de estas evidencias que plantean un panorama muy prometedor para el desarrollo futuro del *e-learning*, hay evidencias que demuestran que esta temática está incluyendo nuevos campos de acción no necesariamente vinculados a la educación formal o no formal. Por ejemplo, según el Reporte Global de Patrones de Inversión en Tecnología de Aprendizaje⁴⁶, la inversión se ha centrado en 7 productos concretos: Aprendizaje basado en inteligencia artificial (*AI-based learning*), aprendizaje de realidades mixtas (*mixed reality learning*), aprendizaje basado en juegos (*game-based learning*), aprendizaje cognitivo (*cognitive learning*), aprendizaje móvil (*mobile learning*), aprendizaje basado en ubicaciones (*location-based learning*) y robótica educativa (*educational robots*), representando más de 95.600 millones de dólares en 2017. Este reporte también muestra que el sector más beneficiado de las inversiones ha sido el de consumidores

⁴⁶ <http://www.metaari.com/whitepapers.html> Consultado el 10/05/2018

primarios y el corporativo, seguido de muy lejos por el sector de educación básica (K-12) y en último lugar se encuentra el sector de la Educación Superior.

Encontramos entonces un compromiso muy decidido de las universidades en participar en MOOC, con la inversión en tecnología educativa dirigida al consumidor y al sector corporativo, con resultados que demuestran su efectividad en el proceso de aprendizaje. Por lo tanto, podemos denominar estas evidencias como un crecimiento social del *e-learning* que debe ser tenido en cuenta como insumo para analizar su presencia e impacto en el desarrollo de los campos científicos de la educación y de la tecnología.

Desde el punto de vista bibliométrico, se han realizado algunos estudios para determinar los elementos relacionados con esta temática. Analizaremos a continuación lo principal de cada uno de estos estudios:

- Tendencias de publicación en la literatura *e-learning* catalogada en el *Social Sciences Citation Index – SSCI* durante 1967-2009⁴⁷.

Se estableció que la principal aplicación del e-learning se lleva a cabo en educación e investigación en educación, ciencias de la información y ciencias de la documentación, entre las ciencias computacionales se encuentran publicaciones en la categoría de sistemas de información e interdisciplinar. Se inicia con la consulta esta base de datos con 4 términos (*e-learning*, *distance learning*, *digital learning* y *electronic learning*), obteniendo 1944 documentos durante el periodo de tiempo 1967-2009. Bajo el indicador de productividad (output) se encontró que Estados Unidos, Reino Unido, Taiwán, Canadá y Holanda son los países con mayor producción. Por su parte, la *Open University* es la universidad con mayor producción en este periodo de tiempo, catalogando la mayoría de sus trabajos en el área de educación. En cuanto a los autores, la representación inglesa ocupa los 3 primeros lugares, con los investigadores Richarddon JTE, Barker. P. y Deeson, E. Finalmente, este estudio identificó 7 revistas que fueron consideradas como el núcleo (*core*) de la producción científica en la temática, estas son: *British Journal of Educational Technology*, *Computers & Education*, *Educational Technology & Society*, *Journal of Computer Assisted Learning*, *Training &*

⁴⁷ Chiang J.K., Kuo CW., Yang YH. (2010) A Bibliometric Study of E-Learning Literature on SSCI Database. In: Zhang X., Zhong S., Pan Z., Wong K., Yun R. (eds) *Entertainment for Education. Digital Techniques and Systems. Edutainment 2010. Lecture Notes in Computer Science*, vol 6249. Springer, Berlin, Heidelberg

- Estado del arte en *e-learning* a nivel país (Malasia y Nigeria)⁴⁸.

Se aplicó un análisis contextual bibliométrico para comparar los resultados en e-learning entre estos países y para identificar cuáles de estos resultados son determinados por el nivel de incorporación de las Tecnologías de información y Comunicación en cada país y por la ubicación geográfica. Se utilizó como fuente de información la base de datos ERIC (*Education Resources Information Center*) debido a su cobertura, popularidad y representatividad en educación, directamente relacionada con la dimensión de enseñanza y aprendizaje. Se encontró que en Malasia el desarrollo del e-learning proviene principalmente del sector gobierno, mientras que en Nigeria solo un 70% proviene de este sector. Para la consulta a la base de datos se utilizaron 3 términos de búsqueda (*e-learning*, Nigeria y Malasia) durante el periodo 1968-2009, obteniendo 82 documentos para Malasia y 72 para Nigeria. Estos documentos se analizaron bajo el análisis contextual bibliométrico que incluye 4 indicadores no tradicionales (el modo, el soporte, la innovación y los problemas). Se encontró que a nivel país, malasia tiene una aceleración mayor que Nigeria en la adopción del *e-learning*.

- Estado del arte en *e-learning* a nivel país (Nigeria)⁴⁹.

Se analizó el crecimiento y el desarrollo científico del e-learning en Nigeria, mostrando un crecimiento exponencial desde el año 2001. Se utilizó como fuente de información la base de datos ERIC (*Education Resources Information Center*) por las mismas razones del estudio anterior. Para la consulta a la base de datos se utilizaron 2 términos de búsqueda (*e-learning* y Malasia) durante el periodo 1964-2008, obteniendo 72 documentos. Se encontró que las principales palabras clave utilizadas para describir los trabajos en *e-learning* son *education*, *teaching*, *learning*, *teachers* y *school* (esto también se debe a la orientación de la base de datos seleccionada). Se determinó que un conjunto de 8 revistas centraliza los trabajos en *e-learning*, este conjunto se compone de: *Australian journal of Adult learning*, *Commonwealth of*

⁴⁸ Abubakar, A.B., Harande, Y.I., Abubakar, B.M. (2009) *e-Learning in Malaysia and Nigeria: A bibliometric study*. 8th European Conference on eLearning 2009, ECEL 2009, 1-5.

⁴⁹ Harande, Y.I., Ladan, B.F. (2013) *A Bibliometrics Study on E-Learning Literature of Nigeria*. *Journal of Education and Human Development*. 2(2).

Learning, International review of open and Distant learning, Turkish online journal of Distance Education, Language and education, Language culture and curriculum, Journal of education for teaching y Turkish online journal of Educational technology.

- Evolución de tendencias en *e-learning*⁵⁰.

En este trabajo se identifica el crecimiento de varias tendencias y algunos conceptos emergente en el ecosistema del e-learning. Como fuente de datos se utilizaron 6 diferentes motores de búsqueda: (1) *Web of Science*, (2) *Google Scholar*, (3) *ACM Digital Library*, (4) *Scopus*, (5) *Association for Information Systems Research* y (6) *b-on*. Se hizo una búsqueda sobre 22 términos (además de los términos “e-learning” y “electronic learning”) para identificar trabajos que no solo estuvieran en el área de ciencias de la computación. El periodo de consulta fue desde 1960 hasta 2014, dividido en 11 intervalos de a 5 años. Se extrajeron los 5 términos más representativos en ocurrencia por cada una de las 8 librerías consultadas, consolidando los siguientes: *Computer-Assisted Instruction*, *Self-Directed Learning*, *Computer-Assisted Learning* y *Learning Management System*. Es importante mencionar que no todos los términos generaron resultados en los 8 motores de búsqueda. Como concepto emergente se encontró los cursos en línea, abiertos y masivos (*Massive Open Online Courses – MOOC*) y nuevas tendencias relacionadas con este, como son, *connective MOOC (cMOOC)* y *MITx* y *edX MOOC (xMOOC)*.

- Análisis de contenido del *e-learning* sobre revistas en el *Social Sciences Citation Index (SSCI)*: 2001-2005⁵¹.

Se realiza un análisis de contenido sobre 5 revistas publicadas en el *Social Sciences Citation Index (SSCI)*, para identificar los principales temas de investigación. Las revistas consultadas fueron *Computers and Education*, *British Journal of Educational Technology*, *Innovations in Education and Teaching International*, *Educational Technology Research & Development* y *Journal of Computer Assisted Learning*. Estas revistas fueron elegidas porque todas están categorizadas como relacionadas con tecnología educativa en el SSCI. En cuanto a la tipología

⁵⁰ Aparicio, M., Bacao, F., Oliveira, T. 2014. Trends in the e-learning ecosystem: A bibliometric study. 20th Americas Conference on Information Systems.

⁵¹ Shih, M., Feng, J., & Tsai, C. (2008). Research and trends in the field of e-learning from 2001 to 2005: A content analysis of cognitive studies in selected journals. *Computers and Education*, 51(2), 955-967.

documental, solo se extrajeron documentos de tipo artículos, los demás tipos fueron excluidos del estudio. El periodo de tiempo de consulta fue de 2001 a 2005. Se identificaron 444 documentos relacionados con *e-learning*. Los principales temas de investigación fueron *Instructional Approaches*, *Learning Environment* y *Metacognition*. Sin embargo, el análisis bibliométrico sobre la citación de las investigaciones mostró que los estudios sobre *Instructional Approaches*, *Information Processing* y *Motivation* tienen el mayor impacto en la comunidad científica. Como resultado se encontró que, aunque el *e-learning* se centra en la educación no formal, se descubrió que los colegios y las escuelas primarias y secundarias eran los entornos de investigación más populares, y que los alumnos de estas escuelas también eran los participantes más comunes en estos estudios.

- Análisis de contenido del *e-learning* sobre revistas en el *Social Sciences Citation Index (SSCI)*: 2003-2008⁵².

Se realizó una actualización del trabajo anterior, utilizando las mismas 5 revistas en el *Social Science Citation Index (SSCI)*, incluyendo además 2 conferencias (*Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications* y *IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*). El periodo de análisis fue 2003-2008. Un aporte adicional de este trabajo fue la construcción de una herramienta de visualización. La producción total de estas publicaciones fue de 7759 documentos, los cuales se clasificaron en 14 áreas de investigación principales basadas en 150 clústeres de conceptos.

- Minería y datos y bibliometría de la investigación en *e-learning*⁵³.

Utilizando el *Social Science Citation Index* y el *Science Citation Index*, se analizó la citación de las revistas en el periodo 2000-2008, agrupando las publicaciones en *e-learning* en 2 dominios (*system and content design* y *education and training*) con 4 grupos y 15 clústeres. Se utilizaron dos términos de consulta (*e-learning* y *elearning*). Se recuperaron 689 documentos publicados por 289 revistas. Se analizaron los siguientes indicadores bibliométricos: *article*

⁵² Maurer, H., Khan, M.S. (2010) Research trends in the field of e-learning from 2003 to 2008: A scientometric and content analysis for selected journals and conferences using visualization. *Interactive Technology and Smart Education*. 7(1). 5-18. <https://doi.org/10.1108/17415651011031617>.

⁵³ Hung, J. -L. (2012). Trends of e-learning research from 2000 to 2008: Use of text mining and bibliometrics. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), 5-16

identity number, article title, article abstract, source journal, institution, country y publication year. Este análisis demostró un cambio en la tendencia de investigación de la temática, pasando desde lo técnico hacia lo educativo. Las principales áreas de conocimiento en las que se enfocan los estudios son ciencias de la computación y educación. Los principales países productores son Reino Unido, Estados Unidos, Taiwán, China y Alemania. Las principales revistas son *Lecture Notes in Computer Science, Computers & Education, British Journal of Educational Technology, Educational Technology & Society* y *Lecture Notes in Artificial Intelligence*.

1.5 Características de un dominio de conocimiento.

Un punto de partida razonable en este apartado es indagar sobre lo que significa caracterizar un dominio de conocimiento. Podemos iniciar con la definición de caracterizar. Según la Real Academia de la Lengua, caracterizar⁵⁴ es determinar los atributos peculiares de alguien o algo (en este caso del dominio científico *e-learning*), de modo que claramente se distinga de los demás.

La bibliometría es la disciplina que nos permitirá determinar este conjunto de atributos, utilizando sus herramientas e indicadores describiremos un conjunto de características del *e-learning* que justifiquen su singularidad como dominio de conocimiento.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que los dominios de conocimiento pueden ser caracterizados desde otras áreas y enfoques. Tomemos como ejemplo los rankings universitarios, que buscan describir un conjunto de características de una institución universitaria y compararla con sus diversos entornos, ya sea a nivel de área de conocimiento, de país o en el mundo. Cada uno de los rankings existentes hoy en día (*Times Higher Education, Quacquarelli Symonds* o *SCImago Institutions Rankings*) desarrolla una metodología particular para describir una institución universitaria y ofrece una mirada sobre las características que pueden ser de interés para la sociedad, basada en indicadores cuantitativos y/o cualitativos, esto no es otra cosa que la definición de un enfoque de caracterización.

⁵⁴ <http://dle.rae.es/?id=7OpEEFy> Consulta realizada el 12/05/2018

En nuestro caso, el enfoque de caracterización está delimitado por la disciplina con la que nos acercamos a hacer la caracterización, como se dijo anteriormente, desde la bibliometría. Las aproximaciones bibliométricas a dominios de conocimiento que se presentaron en la sección 1.3 ofrecen elementos para determinar este conjunto de atributos, por ejemplo:

- La productividad del dominio de conocimiento, su evolución y patrones de producción.
- La distribución de la producción por tipo de documento, idioma y tipo de publicación.
- Las redes de colaboración y la visibilidad institucional lograda.
- El impacto de la producción científica del dominio de conocimiento
- Las áreas de investigación sobre las que se desarrolla la temática y los frentes de investigación de interés para los investigadores.
- Los principales actores de la temática: Las revistas, los países, las instituciones y los autores
- Los datos cuantitativos de cada uno de los elementos de análisis (revistas, documentos, citas, etc.)
- Los elementos de contexto que contribuyen al desarrollo de la temática, por ejemplo, las políticas públicas desarrolladas a nivel país o a nivel regional.

Con base en estos conjuntos de atributos, este trabajo define el conjunto de características del área temática del e-learning, bajo el enfoque bibliométrico, utilizando indicadores cuantitativos de productividad, desempeño y colaboración, ofreciendo una mirada multidimensional del dominio de conocimiento y del contexto, brindando importantes aportes metodológicos para consolidar dichas características como estándares de análisis de la ciencia.

A continuación, se presentan las características que determinan la manera en la que se puede caracterizar el dominio de conocimiento *e-learning*, construidas a partir de la agrupación de indicadores bibliométricos.

1. Determinación del conjunto de publicaciones que conforman la categoría de conocimiento.

Teniendo en cuenta que las categorías de conocimiento a las que un trabajo pertenece son establecidas por el canal de comunicación que lo divulga, definir el conjunto de publicaciones que conforman dicho canal de comunicación constituye el punto de inicio y el pilar sobre el

que se desarrollarán las siguientes etapas. A partir de la consulta en la base de datos indexada sobre el término de búsqueda *e-learning*, se extraen las palabras clave de todos los trabajos coincidentes con dicho término en su título, resumen o palabras clave, los cuales conformarán el conjunto base de descriptores. Este conjunto de descriptores debe ser analizado desde un enfoque bibliométrico, mediante la co-ocurrencia de palabras clave y visualizado bajo la técnica de Visualización de Similaridades (VOS) para seleccionar los descriptores primarios. Posteriormente, se realizan consultas por cada uno de los descriptores primarios para identificar los trabajos publicados con dicho descriptor en su título, resumen o palabra clave, relacionando el descriptor con la revista o acta de congreso que haya publicado dicho trabajo. Como resultado se obtiene un número de documentos por cada revista o acta de congreso, que se relacionan de manera directa con el conjunto de descriptores del área temática de análisis. Este número de documentos es contrastado con el número total de trabajos publicados por la revista o acta de congreso, determinando así, el porcentaje de participación de la revista o acta de congreso en el área temática. A este punto, se tiene el listado de todas las revistas y actas de conferencias indexadas por Scopus con su respectivo porcentaje de participación en la temática, el cual es un valor entre 0 y 100%. Para determinar el conjunto de publicaciones que representan el canal de comunicación de la temática es necesario desarrollar dos actividades adicionales. En primer lugar, establecer un punto de corte que minimice el error en la selección de la revista o acta de congreso y en segundo lugar, se busca el grado de cohesión existente entre las publicaciones, analizándolas bajo una mirada bibliométrica para determinar si representan la existencia de una comunidad científica que comunica su conocimiento a través de estos canales y para reconocerla como una disciplina científica emergente y distintiva que puede ser delimitada como una categoría temática en sí misma. La herramienta de apoyo para este análisis es la técnica de superposición de mapas que facilita la exploración de las bases de conocimiento de una disciplina emergente y su dinámica evolutiva tanto en términos de su coherencia cognitiva interna, como de la diversidad de sus fuentes de conocimiento con referencia a las clasificaciones disciplinarias. Este análisis es concluyente solo si el conjunto de publicaciones demuestra un alto grado de cohesión entre los indicadores de citas, co-citas y *coupling*. En caso afirmativo, el conjunto de publicaciones puede ser relacionado en los sistemas de información de la ciencia bajo la categoría de conocimiento *e-learning*.

2. Análisis de la producción en *e-learning* en el ámbito mundial y regional.

Se realiza un análisis de datos bibliométricos de los trabajos publicados por el conjunto de revistas y actas de conferencias que conforman la categoría temática. Este análisis se lleva a cabo a distintos niveles de granularidad, iniciando con la comparación de la evolución del *e-learning* A) frente a la producción científica mundial, luego B) frente a la producción de los principales bloques de países y regiones y finalmente, C) frente a las áreas de conocimiento con las que se relacionan. El indicador utilizado para realizar las comparaciones y el análisis es el número de documentos publicados en SCOPUS (NDoc).

3. Contribución de los países y las instituciones al desarrollo del área temática.

Se realiza un análisis bibliométrico de la productividad y el desempeño de la producción científica primaria de la categoría temática *e-learning*, para describir el rendimiento de la actividad científica a nivel país y a nivel institucional, su evolución y colaboración internacional. El análisis bibliométrico se realiza de la mano de herramientas de visualización como el escalamiento multidimensional y los clústeres de datos. Se busca identificar aquellas unidades de análisis que presentan una correlación positiva entre la producción y la calidad de los resultados científicos en términos de impacto de las citas. Estos métodos han sido ampliamente aceptados por la comunidad científica internacional, así como por organismos nacionales e internacionales de ciencia y tecnología.

4. Identificación de las redes de colaboración a nivel regional e institucional. Visualizando la colaboración internacional tanto de los países como de las instituciones y comparándola en diferentes periodos de tiempo. Para describir y comprender el desempeño del país y de las instituciones en el desarrollo del *e-learning*, se consideró el número de trabajos que han sido elaborados junto con instituciones de otro país, visualizando los resultados mediante la técnica de georreferenciación para mostrar el lugar en el que se crea y desde el que se difunde el conocimiento y realizando diferentes análisis dependientes de las visualizaciones obtenidas.

5. Identificación de los frentes de investigación del área temática, que determinan la consolidación de las diferentes tendencias a lo largo del tiempo y que han contribuido al desarrollo y crecimiento de la temática en las comunicaciones científicas.

Se debe extraer el conjunto de palabras clave de los trabajos que conforman la categoría temática, para analizarlos desde el punto de vista bibliométrico y con base en su co-ocurrencia, determinar aquellos que pueden ser representados visualmente para determinar su impacto en el desarrollo científico de la temática. El conjunto resultante de palabras clave debe ser tratado mediante el desarrollo de dos actividades. La primera, es el refinamiento de las palabras clave, para obtener aquellas que mayoritariamente se diferencian y que se puedan representar visualmente sin pérdida de información. La segunda se compone de dos subactividades, la primera es la selección de la herramienta de visualización, en este caso se ha propuesto el uso de nubes de palabras por su capacidad de representación y rápida apropiación de los contenidos presentados a la comunidad y la segunda, es la configuración de variables que determinan la forma de la nube y, por ende, facilitan su comprensión.

1.6 Coherencia de la estructura de publicaciones

Teniendo en cuenta las características de los dominios de conocimiento analizadas y definidas en las secciones anteriores, se optó por abordar cada una de estas características como un producto de investigación en sí mismo, cuyos métodos, resultados y conclusiones pudieran ser comunicados a la comunidad científica mediante publicaciones en revistas de corriente principal en el área temática objeto de estudio (e-learning) y en el área temática que brinda las metodologías y las herramientas para realizar el estudio (bibliometría).

En primer lugar, teniendo en cuenta que la selección de la fuente de información es clave en los estudios bibliométricos, se utilizó la base de datos Scopus, principalmente por las ventajas que ofrece frente a los demás índices y bases de datos, entre ellas:

- Cobertura. Incluye títulos de todas las regiones geográficas, aunque el contenido no sea en inglés. Lo único que se requiere es que al menos el resumen esté en este idioma. Cerca del 22% de todos los documentos indexados se encuentran en idiomas diferentes al inglés, sumando un total de 40 idiomas.

La figura 2 muestra la cobertura regional y la comparación de títulos frente a los demás índices, resaltando una mayoritaria ventaja en regiones como Asia, Pacífico, Australia, Nueva Zelanda y África.

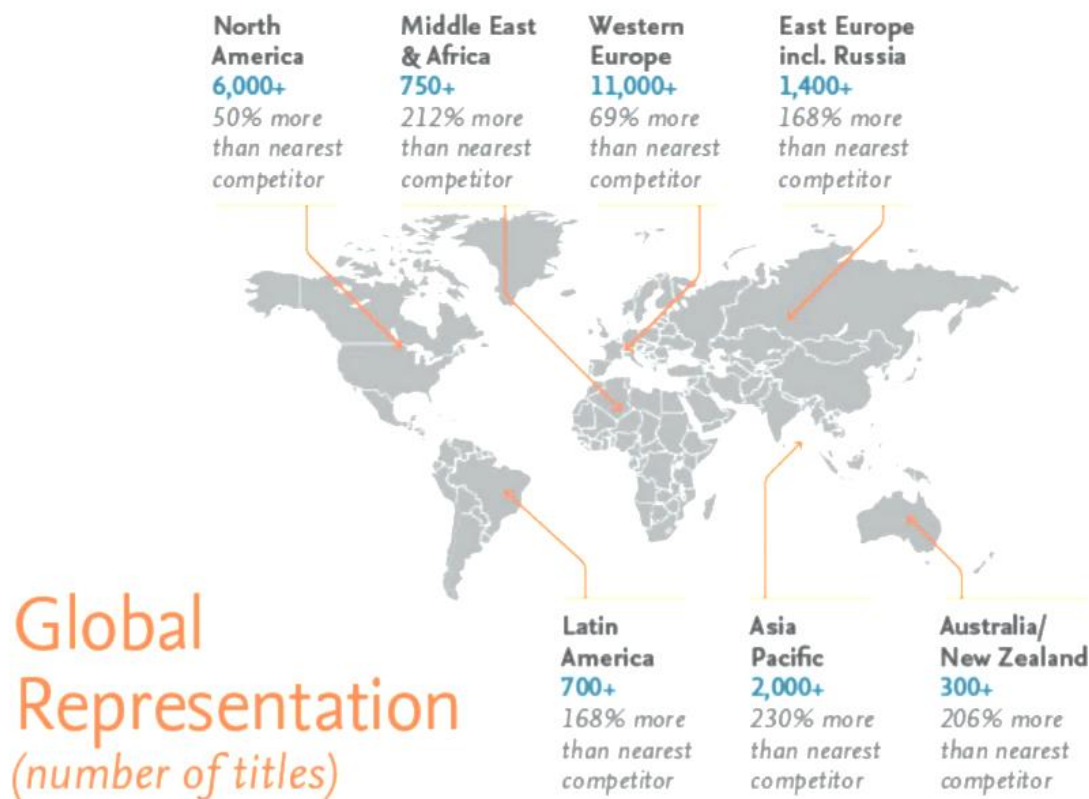


Figura 2. Representación geográfica del número de títulos activos indexados en Scopus, versus el más inmediato competidor. **Fuente:** Scopus 2018

Esta cobertura no solo es regional, también se presenta una mayoritaria ventaja en el cubrimiento de las áreas de conocimiento, en donde se disponen contenidos bibliográficos en cuatro grandes áreas: ciencias de la vida, ciencias físicas, ciencias de la salud y ciencias sociales y humanidades. Luego estas se dividen en 27 áreas de conocimiento y luego en más de 300 categorías de conocimiento.

En la tabla 1 se muestra la distribución de los más de 22.800 títulos indexados en las grandes áreas, en donde las ciencias de la vida, resalta como el área con poco más de mitad de contenido del promedio de las otras 3 áreas.

Ciencias sociales 8.698	Ciencias de la salud 7.133	Ciencias físicas 7.441	Ciencias de la vida 4.601
<ul style="list-style-type: none"> • Psicología • Economía • Negocios • Artes y humanidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Medline (100%) • Enfermería • Odontología 	<ul style="list-style-type: none"> • Química • Física • Ingeniería 	<ul style="list-style-type: none"> • Neurociencias • Farmacología • Biología

Tabla 1. Distribución de los títulos indexados en las grandes áreas de catalogación (Teniendo en cuenta que un título puede pertenecer a más de una categoría). **Fuente:** Scopus

- Aseguramiento del proceso de revisión de pares. El proceso de sometimiento de una revista para ser indexada, junto con sus documentos, en la base de datos incluye como criterios mínimos:
 - Contar con un proceso de revisión de pares para todos los documentos publicados y que este proceso sea declarado de la manera más transparente en las políticas editoriales de la revista.
 - Contar con un ISSN registrado ante el *ISSN International Centre*.
 - Disponer su contenido para la lectura de una audiencia internacional. Contar con las referencias en escritura romana y los títulos y resúmenes en inglés.
 - Tener y declarar públicamente una política ética y de malas prácticas en edición científica.
- Aumento sostenido en la indexación de revistas. Scopus estima que existen cerca de 300.000 revistas en todo el mundo, por lo tanto, dispone de un proceso continuo de revisión de títulos a incluir. Se reciben en promedio 120 títulos por mes, de los cuales hay una tasa promedio de aceptación del 45%, equivalente a 3 millones de documentos al año.
- Acceso comprensible a datos bibliográficos. Scopus indexa solo fuentes primarias, aquellas es las que el autor del documento es el mismo investigador que realizó el trabajo.

Los tipos de documentos que se incluyen en la base de datos son: *Article*, *Article-in-press*, *Book*, *Chapter*, *Conference paper*, *Editorial*, *Erratum*, *Letter*, *Note*, *Review* y *Short survey*.

Estos documentos son indexados utilizando los siguientes metadatos: Resumen, palabras clave (no solo las del documento sino además se incluyen otros términos relacionados con los

tesauros de Elsevier), referencias, datos de filiación de los autores, perfiles de los autores, el identificador ORCID⁵⁵ y otros más, como el identificador de PubMed, la información de financiamiento de la investigación y si ésta publicado en acceso abierto o no.

La suma de estas ventajas hace de Scopus el candidato ideal a la hora de requerir una base de datos que contenga información para sostener un análisis global de dominios de conocimiento. El uso de esta base de datos como fuente de información para el desarrollo de los 3 artículos y del capítulo de libro publicados como productos de esta tesis se resume en adelante.

En segundo lugar, se requirió de una base documental sólida y estable sobre la cual realizar los análisis bibliométricos, esta base la constituye un conjunto de revistas indexadas en Scopus que mayoritariamente publiquen trabajos relacionados con el *e-learning* y que representen un canal de comunicación de confianza entre la comunidad científica. La búsqueda y consolidación de esta base documental se realizó en el **primer artículo** de esta tesis, el cual parte de la hipótesis que la comunicación científica del *e-learning* tiene un grado de cohesión suficiente para ser considerada como una categoría temática en sí misma, para ellos se trazó como objetivo establecer el conjunto de revistas y actas de conferencias que pueden hacer parte de la categoría temática *e-learning*. Se inició con la búsqueda de todos los documentos indexados en Scopus que tuvieran en su título, resumen o palabras clave el término “e-learning”. Solo se tuvo en cuenta la producción científica primaria (artículos, actas de conferencias y revisiones). Sobre el conjunto de los documentos hallados, se extrajeron las palabras clave de cada uno de ellos y se aplicó la técnica Visualización de Similitudes (VOS) para encontrar el conjunto de descriptores que definen la categoría temática. Luego, se analizó para cada revista y acta de congreso indexada en Scopus, la correspondencia entre los documentos de la revista (título, resumen o palabras clave) con cada uno de los descriptores hallados. Esta correspondencia, generó el indicador denominado *Porcentaje de Participación*, que es el grado en el que la revista participa en la temática mediante su propio aporte documental. El porcentaje de participación sirve para filtrar aquellas revistas que tengan una baja o nula participación en la temática. Sin embargo, este filtro no es suficiente, un segundo filtro se realizó comparando el alcance de las revistas con la temática, ya que existen casos en donde los

⁵⁵ <https://orcid.org/> ORCID - Open Researcher and Contributor ID. Es una iniciativa que busca identificar unívocamente a los investigadores y sus trabajos.

descriptores coincidan y el porcentaje de participación es significativo, pero el objeto de estudio de la revista y de su comunidad diverge de la temática *e-learning*.

El conjunto de revistas y actas de conferencias resultante se constituyó en la primera unidad de análisis bibliométrico abordada en esta tesis. Se analizaron los indicadores de producción (*output*) y de impacto (*citas*, *co-citas* y *coupling*) para obtener un valor cuantitativo de cohesión mediante la técnica Visualización de Similaridades (VOS), sobre el cual se pudiera representar el conjunto mediante la técnica de superposición de mapas. En esta técnica se requiere como insumo un mapa de ciencia a nivel global, sobre el que se pueda superponer un mapa local, en este caso un mapa de las revistas y actas de conferencias con alta participación en el desarrollo de la temática *e-learning*. El objetivo de esta representación fue identificar la cohesión existente entre las revistas y actas de conferencias de la categoría temática del *e-learning*, encontrando que efectivamente existe un clúster de publicaciones (publicaciones muy cercanas entre sí) que refleja una dinámica de la comunidad científica en la utilización de estas revistas y actas de conferencias para difundir los hallazgos encontradas en la investigación sobre *e-learning*. Los dos mapas mencionados fueron desarrollados al interior de este trabajo de investigación y sirven como producto puntual de análisis para la comunidad científica mundial bajo el nuevo indicador porcentaje de participación, también producto de este trabajo. Así mismo, el conjunto de revistas y actas de conferencias seleccionadas se convirtieron en propuesta de categorización para que los índices y bases de datos indexadas incluyan la categoría *e-learning* con base en estos resultados.

La propuesta de esta nueva categoría de conocimiento fue analizada y evaluada por el equipo de expertos en bibliometría de *SCImago Research Group*⁵⁶ y se decidió incorporarla a los sistemas de información *SCImago Journal & Country Rank*⁵⁷ y *SCImago Institutions Rankings*⁵⁸, las cuales son plataformas de análisis bibliométrico sobre los documentos indexados en Scopus. Esta categorización, permitió contar con los datos bibliométricos del conjunto identificado previamente

⁵⁶ www.scimagolab.com Es una compañía de base tecnológica, que ofrece soluciones innovadoras para mejorar la visibilidad científica y la reputación en línea. Entre sus proyectos más destacados está el portal de evaluación de revistas *SCImago Journal and Country Rank* y el *SCImago Institutions Rankings (SIR)*, una clasificación de instituciones académicas y de investigación ranqueadas por un indicador compuesto basado en el *performance* investigador, resultados innovadores e impacto en la sociedad medido a partir de su visibilidad web. Su indicador más conocido y aceptado es la organización de revistas por cuartiles.

⁵⁷ <https://www.scimagojr.com/aboutus.php> Es un portal web público que incluye los indicadores bibliométricos de las revistas y los países contenidos en la base de datos Scopus.

⁵⁸ www.scimagoir.com Es un recurso de evaluación de la ciencia para evaluar las universidades de todo el mundo y las instituciones centradas en la investigación.

de revistas y actas de conferencias, siendo esta información la base y el pilar de investigación de los trabajos siguientes.

En adelante, se estableció el segundo grupo de unidades de análisis sobre la temática, que fueron cubiertas desde el punto de vista bibliométrico. Estas unidades de análisis son:

- El nivel global: Cubre toda la producción de las revistas y actas de conferencias en la categoría.
- El nivel regional: Incluyendo las regiones geográficas (África, Asia, Europa Oriental, Europa Occidental, Iberoamérica, Latinoamérica, Medio Oriente, Norteamérica y la Región Pacífica. Además, se incluyeron análisis sobre los bloques de países más representativos, como son, los países miembros de la Unión Europea, de la OCDE y los denominados BRIICS (Brasil, Rusia, India, Indonesia, China y Sudáfrica).
- El nivel país. Identificando los países más representativos bajo los indicadores bibliométricos utilizados.
- El nivel institucional. Identificando las universidades e instituciones centradas en investigación, cuya producción e impacto en *e-learning* constituyen los puntos de referencia para el desarrollo de la temática.

Una unidad de análisis adicional utilizada en esta tesis fue el sector en el que se desarrolla la producción científica mundial, esta puede ser en el sector Educación Superior, el sector Salud, el sector Gobierno, el sector Productivo y otros.

Estos fueron abordados en los siguientes artículos como se describe en adelante.

Los niveles global y regional se abordaron en el **segundo artículo** de esta tesis. En este, se analizó el comportamiento de la producción científica en *e-learning* desde una perspectiva bibliométrica en el periodo 2003-2015, para identificar su evolución en relación con otras áreas de conocimiento.

Se tomó como fuente de información los indicadores bibliométricos de producción (*output*) de las revistas y actas de conferencias pertenecientes a la categoría temática *e-learning* en el sistema de información *SCImago Journal & Country Rank*, resultado del primer artículo. Diferentes comparaciones se realizaron mediante la técnica de visualización escalamiento multidimensional (*Multi Dimensional Scaling – MDS*), entre los niveles global y regional y entre las áreas de conocimiento con mayor relación con el *e-learning*. Los resultados de estas comparaciones fueron analizados para determinar las tendencias en la evolución de la producción científica del e-learning,

tanto en las áreas relacionadas como en los tipos de documento publicados en dichas áreas. Como resultado, se logró establecer las áreas de conocimiento y los tipos de documento que mayoritariamente aportan y aquellos que condicionan la curva de crecimiento de la producción científica de la temática.

El nivel país y el nivel institucional fueron cubiertos por el **tercer artículo**. Este trabajo también utilizó como fuente de información los datos bibliométricos de las revistas y actas de conferencias en la categoría *e-learning* del *SCImago Journal & Country Rank*, resultado del primer artículo. En esta ocasión, se complementaron los datos de producción (*output*) incluyendo el índice de colaboración internacional y, además, se utilizaron los indicadores de impacto (citación normalizada, liderazgo, excelencia y excelencia con liderazgo). El objetivo de este trabajo fue analizar en detalle los indicadores bibliométricos de producción e impacto tanto de países como de instituciones, para fortalecer la caracterización del e-learning como dominio de conocimiento. Este objetivo se alcanzó mediante el análisis de los datos bibliométricos y el desarrollo de un conjunto de representaciones, entre las que se encuentran:

- Comparación por sectores de investigación de la producción mundial del *e-learning*. Estableciendo los principales sectores aportantes al desarrollo de la temática. En este punto se corroboraron los hallazgos encontrados en el segundo artículo.
- Georreferenciación de la producción científica mundial a nivel de país e institución y de su impacto. Evidenciando la evolución de la producción científica del e-learning y sus principales actores.
- Geo-refenciación de las redes de colaboración en la producción mundial del *e-learning*. Encontrando los principales canales de colaboración a nivel país e institucional.
- Clústeres de colaboración internacional entre países e instituciones. Identificando las características que promueven la colaboración internacional.
- Superposición de los valores de producción e impacto a nivel país e institucional. Identificando los cambios en la hegemonía tradicional de producción que tienen algunos países como Estados Unidos y Reino Unido, frente a los resultados del análisis de impacto, estableciendo los actores que tienen una correlación positiva en ambos enfoques.

Con la ayuda de estas representaciones, se logró caracterizar bastante bien la producción, el impacto y la colaboración del e-learning, identificando los países y las instituciones más representativas desde el enfoque de esta aproximación.

Finalmente, el **capítulo de libro** realiza un análisis bibliométrico de las palabras clave de las revistas y actas de conferencia identificadas en el primer artículo. Este conjunto se analiza en una ventana de tiempo determinada por una estabilidad en la producción científica del área temática, utilizando para ello la información brindada por el segundo artículo. El objetivo de este trabajo fue identificar y analizar los frentes de investigación incluidos en la estructura cognitiva del dominio *e-learning*. Para lograrlo, se utilizó la técnica de visualización de Nube de etiquetas (*wordcloud maps*) para visualizar y representar estas estructuras cognitivas, aprovechando la capacidad de abstracción e impacto visual que esta técnica ofrece.

En este trabajo se hace una descripción detallada de la aplicación de la metodología de identificación del corpus documental que se desarrolló en el primer artículo, haciendo especial énfasis que se aplica al dominio de conocimiento *e-learning*, pero que se puede aplicar de igual manera para cualquier otro dominio de conocimiento del que se quiera conocer su corpus documental. Una vez se ha identificado este corpus, como se mencionó anteriormente, se busca un periodo estable en la producción científica del dominio temático, ya que los picos o valles en la curva de producción pueden reflejar fenómenos que no siempre contribuyen a identificar fielmente los frentes de investigación de la temática. Por esto, una ventana de 3 años es un margen de tiempo aceptable para este análisis. El paso siguiente consiste en la identificación de los frentes de investigación del dominio de conocimiento. El insumo para esta identificación es el conjunto de palabras clave de los documentos publicados en las revistas y actas de conferencias seleccionadas durante el periodo de tiempo definido, el cual es tratado mediante la técnica de co-ocurrencia de términos para extraer aquellos que representan los intereses de investigación de los investigadores en *e-learning*. Este conjunto, tuvo que ser refinado, para obtener aquellas palabras clave que mayoritariamente se diferencian y que se pueden representar visualmente sin pérdida de información. El proceso de refinamiento incluye un primer aspecto de definiciones, requiere definir un umbral mínimo de artículos publicados por revista o acta de congreso para garantizar que hay un volumen y regularidad garantizada en el desarrollo conceptual de la temática, también requiere definir el número de términos a visualizar en la nube de palabras. Un segundo aspecto, es la configuración de la representación visual de las nubes de etiquetas, en las cuales se debe procurar

A) mantener cada palabra clave con su longitud propia, para no perder información valiosa, B) no incluir términos que no corresponden con frentes de investigación, por ejemplo ciudades, fechas, nombre de personas u organizaciones, C) definir una forma y una tipología simples para la representación de la nube de etiquetas, ya que se puede utilizar cualquier marco de referencia o fuente de texto que no siempre contribuyen al rápido entendimiento de la visualización y D) definir una intención para el uso del color, para enriquecer la representación con base en los datos bibliométricos. Esta configuración debe ser realizada con sumo cuidado para lograr el objetivo propuesto, estableciendo diversas visualizaciones resultantes de los ajustes en cada una de las variables de configuración hasta llegar a un resultado satisfactorio y concluyente.

Como resultado, se obtuvieron dos conjuntos de frentes de investigación de la temática, que representan los enfoques educativo y tecnológico que están presentes y fundamentan su existencia como dominio de conocimiento.

A continuación, se describe la estructura de la comunicación de los resultados de esta tesis, mediante la publicación de los artículos y el capítulo de libro expuestos anteriormente. La tabla 2 incluye los aspectos metodológicos, las características del dominio analizadas y los indicadores bibliométricos utilizados en cada uno de ellos.

Artículo 1	Artículo 2	Artículo 3	Capítulo de libro
Categorización del e-learning como una disciplina emergente en el sistema mundial de publicaciones: Un estudio bibliométrico en SCOPUS	Análisis mundial del dominio científico del E-learning: ¿Una categoría en descenso?	Producción, colaboración e impacto de la investigación en e-learning: Análisis bibliométrico y visualizaciones a nivel de país e instituciones (SCOPUS 2003-2015)	Mapeo de un campo de investigación: análisis de los frentes de investigación en una disciplina emergente

Fuentes de información	Scopus, SCImago Journal & Country Rank	Scopus, SCImago Journal & Country Rank	Scopus, SCImago Institutions Ranking	Scopus
Representaciones	Mapa de ciencia, superposición de mapas, red de categorías comunes	Escalamiento multi-dimensional (<i>Multidimensional Scaling - MDS</i>), superposición de mapas.	Escalamiento multi-dimensional (<i>Multidimensional Scaling - MDS</i>), geo-referenciación, redes de colaboración, clústeres	Mapa de ciencia, superposición de mapas, nube de etiquetas
Unidad de análisis	Revistas científicas y actas de conferencias	Bloques de países, áreas de conocimiento, tipo de documento	Países e instituciones. Sectores de investigación.	Revistas científicas y actas de conferencias
Características del dominio de conocimiento analizada	Determinación del conjunto de publicaciones que conforman la categoría de conocimiento.	Análisis de la producción en e-learning en el ámbito mundial y regional.	Contribución de los países y las instituciones al desarrollo del área temática. Identificación de las redes de colaboración a nivel regional e institucional.	Identificación y análisis de frentes de investigación
Indicadores bibliométricos	Producción primaria, Porcentaje de participación (PP), cohesión (Citas, co-citas, <i>coupling</i>)	<i>Output</i>	<i>Output</i> , <i>International collaboration</i> , <i>Normalized citation</i> , <i>%Leadership</i> , <i>%Excellence10</i> ,	<i>Output</i> , cohesión (Citas, co-citas, <i>coupling</i>), Palabras clave

Tabla 2. Aspectos metodológicos, características del dominio e indicadores utilizados en los artículos y el capítulo de libro comunicados a la comunidad científica.

De forma complementaria al resumen y a la estructura de los artículos presentada, se estableció una relación bibliográfica entre éstos, para fortalecer el vínculo conceptual y científico con el que fueron diseñados.

Como ya se mencionó, la determinación del conjunto de publicaciones que conforman la categoría de conocimiento es el punto de partida y se constituye en la referencia de las demás publicaciones. Es así como el primer artículo recibe las citas de los demás y a su vez el segundo artículo se utiliza también como referencia para el tercer artículo y para el capítulo de libro.

Estas relaciones bibliográficas se representan en la figura 3 y además se incluye la cita a la que hacen referencia.

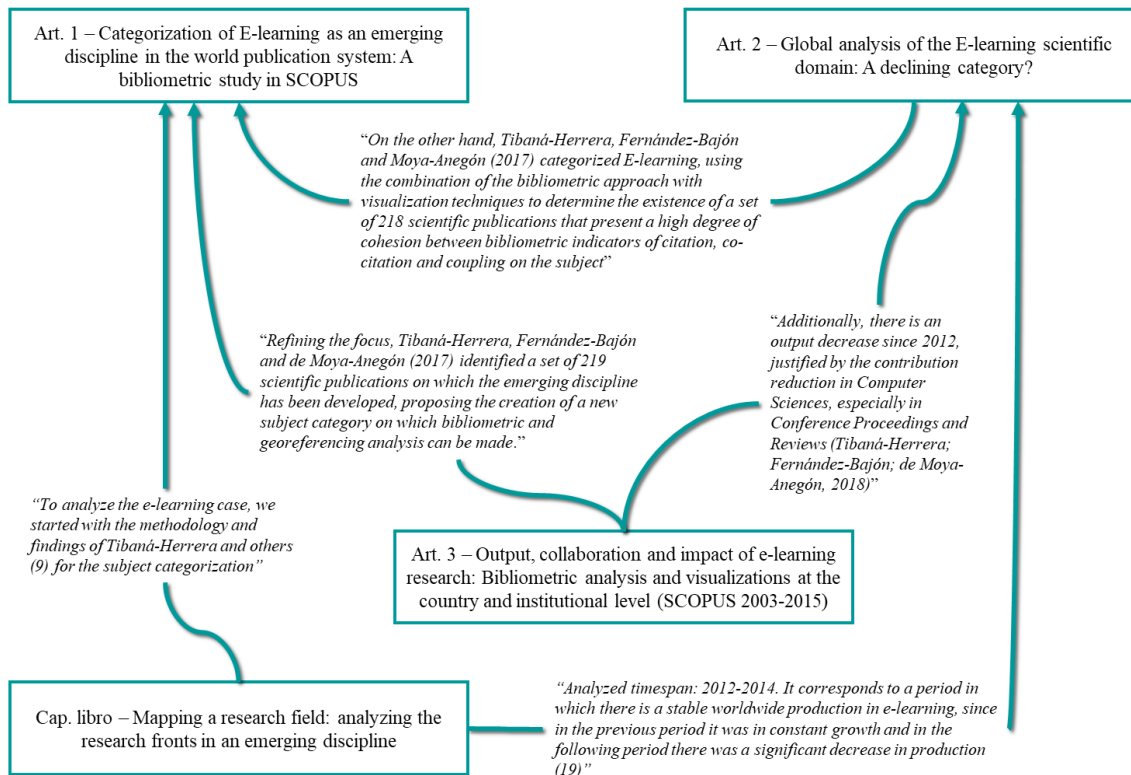


Figura 3. Relación bibliográfica entre las publicaciones realizadas.

La identificación de la fuente de información, así como el desarrollo de los objetivos y la obtención de los resultados en cada una de las publicaciones presenta un alto grado de coherencia temática y metodológica. Tanto la estructura de los artículos y el capítulo de libro, como las relaciones bibliográficas establecidas entre ellos, es un ejemplo de la manera como se desarrolla la ciencia y se construye conocimiento, mediante la realización de nuevas investigaciones que aportan nuevos resultados sobre otros ya establecidos.

CAPÍTULO 2. Revisión del estado actual del tema y limitaciones del estudio

2.1 Revisión del estado actual del tema

SCOPUS ha indexado 5,707 documentos⁵⁹ de producción científica primaria⁶⁰ que han sido publicados en 103 revistas científicas y actas de conferencia en cuyo título aparece la palabra *e-learning*.

Fuentes: La figura 4 muestra la distribución de este conjunto de publicaciones desde el año 1970 hasta el año 2016.

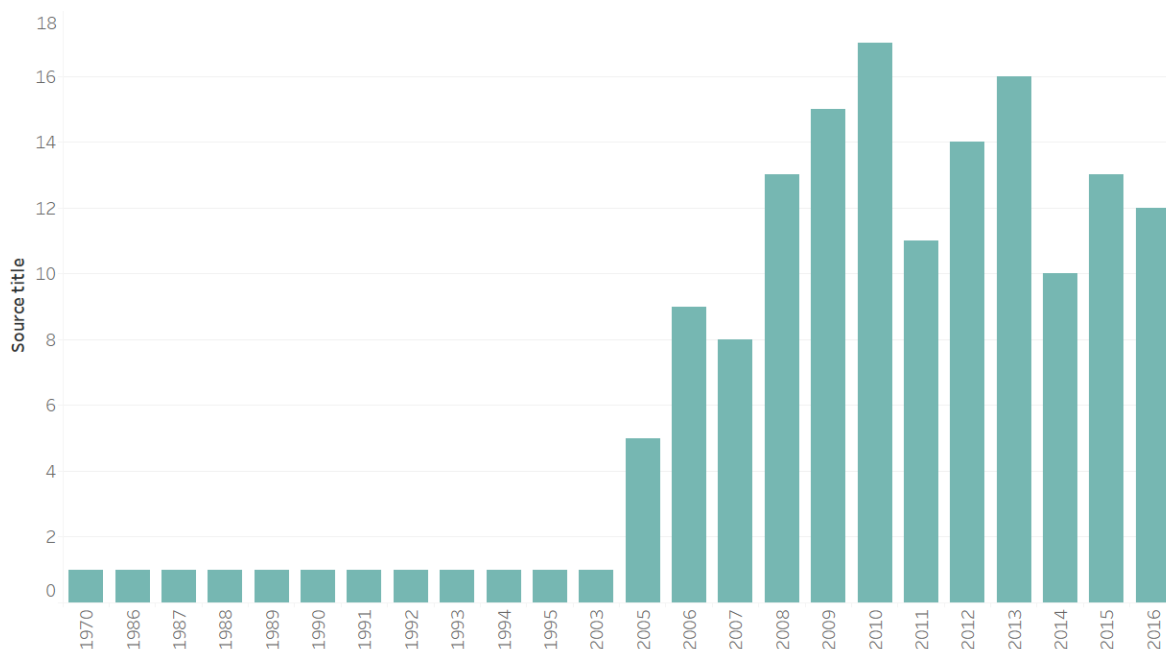


Figura 4. Distribución de las revistas científicas y actas de conferencia en cuyos títulos se encuentra la palabra “e-learning” (Fuente: Scopus)

⁵⁹ Consulta realizada el 1 de mayo de 2018 utilizando la sentencia “SRCTITLE (“e-learning”) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, “cp”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “ar”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “ch ”))” excluyendo el año 2018.

⁶⁰ Article, Conference paper, chapter book

Como se puede observar, desde el año 1970 hasta el 2003 solo una revista cuenta con esta característica, la revista “*Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*” de la editorial Taylor & Francis. Esta revista sigue vigente a la fecha. Los años 2010 y 2013 son los que han tenido mayor participación de revistas que cumplen con este criterio, en la producción científica indexada por esta base de datos.

La figura 5 muestra las 15 principales revistas y actas de conferencias en cuyo título aparece la palabra e-learning. Se puede observar que hay mayor representación de las actas de conferencias. Al analizar las publicaciones, solo 6 de ellas publican artículos científicos, 53 lo hacen con capítulos de libros y 47 publican actas de conferencias.

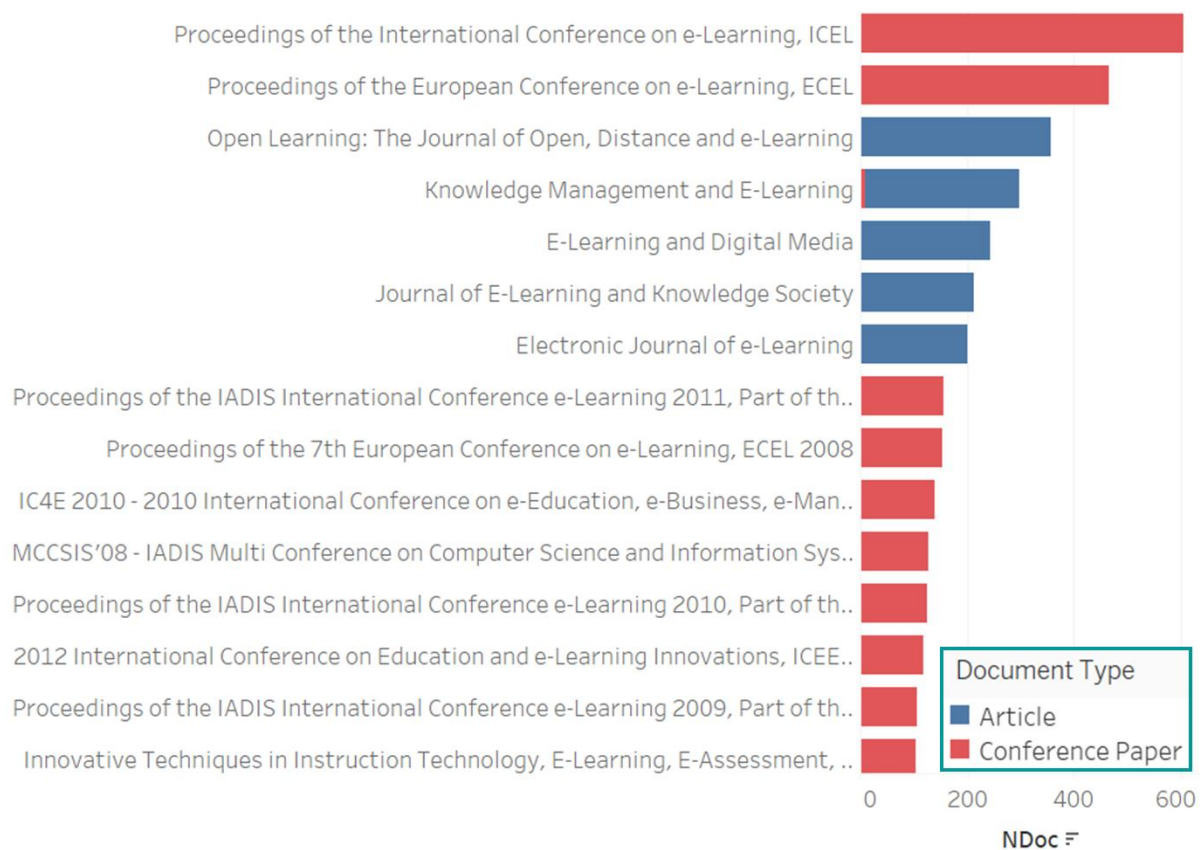


Figura 5. Principales revistas científicas y actas de conferencia en cuyos títulos se encuentra la palabra “e-learning”, segmentado por el tipo de documentos que publican (Fuente: Scopus)

Tipo de documento: En cuanto a los documentos publicados, la figura 6 muestra los tipos de documentos que han publicado estas 103 revistas y actas de conferencias.

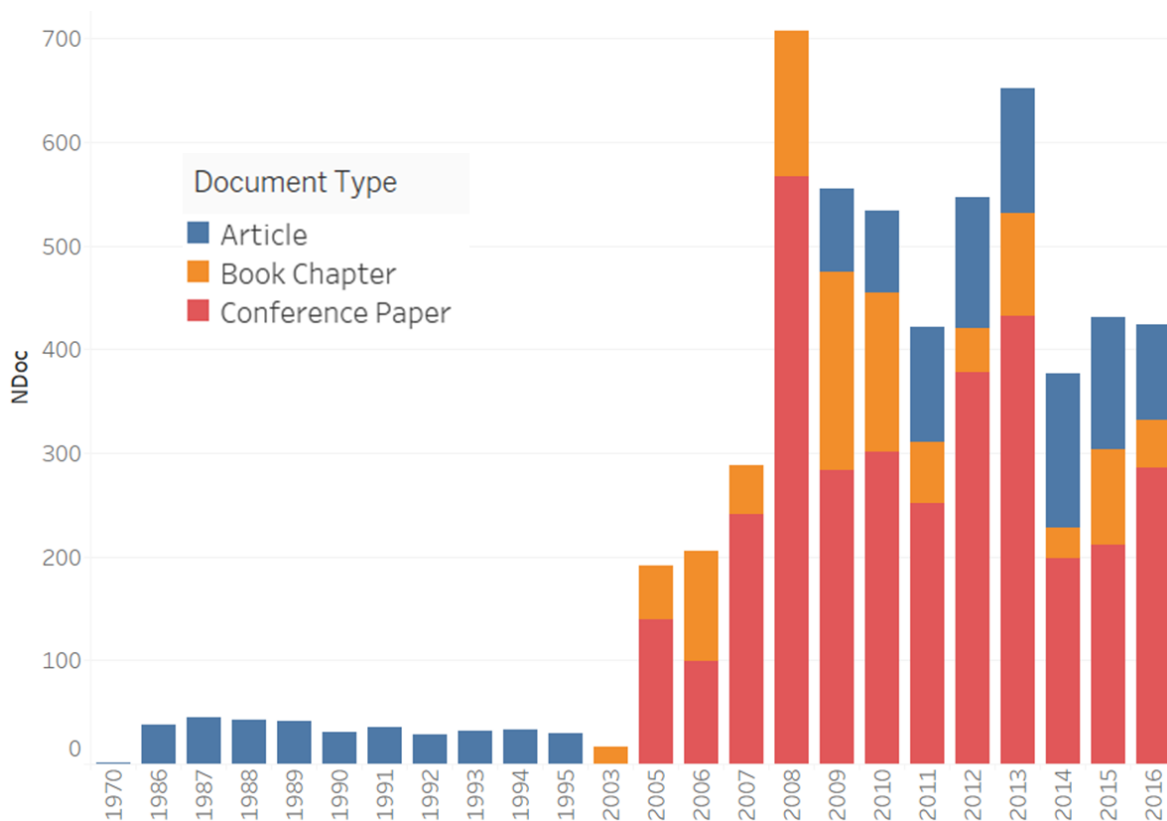


Figura 6. Tipos de documento publicados en las revistas científicas y actas de conferencia en cuyo título se encuentra la palabra “e-learning” (Fuente: Scopus)

El 64% de estos trabajos corresponden a Artículos de Conferencia (*Conference paper*), el 17% corresponde a artículos (*articles*) y el 20% a capítulos de libro (*Book chapter*). Se puede observar un comportamiento errático entre el volumen de publicación y la tipología de la publicación a partir del año 2003.

Correspondencia con las áreas de conocimiento: En la figura 7 se muestra la correspondencia de las revistas con las áreas de conocimiento que representan. Es notable que las ciencias sociales abarcan el 79,8%, al incluir la categoría de conocimiento *Educación*, y, por otro lado, las ciencias de la computación tienen el 61% correspondiente, lo cual es un resultado esperado teniendo en cuenta que la mayoría de las definiciones del *e-learning* lo representan como el aprovechamiento

de la tecnología para el fortalecimiento de la educación. Hay que tener en cuenta que una revista puede atender más de un área de conocimiento.

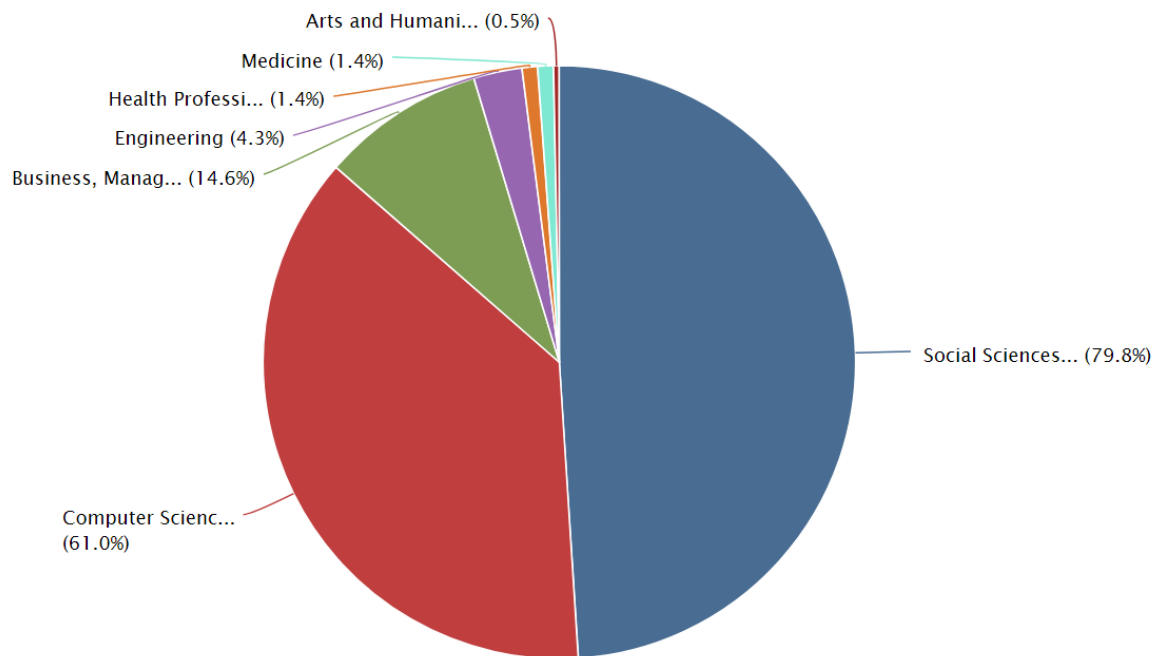


Figura 7. Distribución por áreas de conocimiento de las revistas científicas y actas de conferencia en cuyo título se encuentra la palabra “e-learning” (Fuente: Scopus). Nota: Los porcentajes no representan el 100% ya que un documento puede estar relacionado en más de un área de conocimiento

Otra área que se hace presente en esta visualización es *Business, Management and Accounting*, cuyo 14,6% debe ser tenido en cuenta a la hora de caracterizar el *e-learning* como un dominio científico.

Distribución geográfica: La tabla 3 muestra la distribución de los 30 primeros países y la figura 8 muestra todos los países mediante la técnica de georreferenciación. No sorprende la hegemonía del Reino Unido y de Estados Unidos cuya producción supera notablemente al resto de países. Se resalta también la representación de China y Australia como países que no pertenecen a Europa y Norteamérica. En total se encontraron 123 países productores en e-learning, los cuales se pueden agrupar en 4 grupos, el primero de producción superior promedio de 759 documentos, conformado por *United Kingdom* y *United States*, el segundo con una producción media y un promedio de 257 documentos, conformado por *Germany*, *Canada*, *Spain*, *China*, *Italy* y *Australia*, el tercero, con

una producción menor y un promedio de 95 documentos conformado por *South Africa, Malaysia, Greece, Taiwan, Japan, Portugal, Denmark, Iran, Czech Republic, France, Brazil, Hong Kong, India, Sweden, Ireland, Austria, Saudi Arabia, New Zealand, Netherlands, Norway* y *South Korea* y un cuarto grupo conformado por los restantes 93 países con una producción muy pequeña.

Country/Territory	Ndoc	Country/Territory	Ndoc
United Kingdom	826	Denmark	101
United States	692	Iran	100
Germany	315	Czech Republic	100
Canada	269	France	91
Spain	257	Brazil	85
China	242	Hong Kong	77
Italy	237	India	72
Australia	225	Sweden	68
South Africa	184	Ireland	68
Undefined	155	Austria	67
Malaysia	152	Saudi Arabia	66
Greece	136	New Zealand	63
Taiwan	121	Netherlands	63
Japan	112	Norway	62
Portugal	105	South Korea	60

Tabla 3. Distribución regional de las publicaciones realizadas en las revistas científicas y actas de conferencia en cuyo título se encuentra la palabra “e-learning” (Fuente: Scopus)

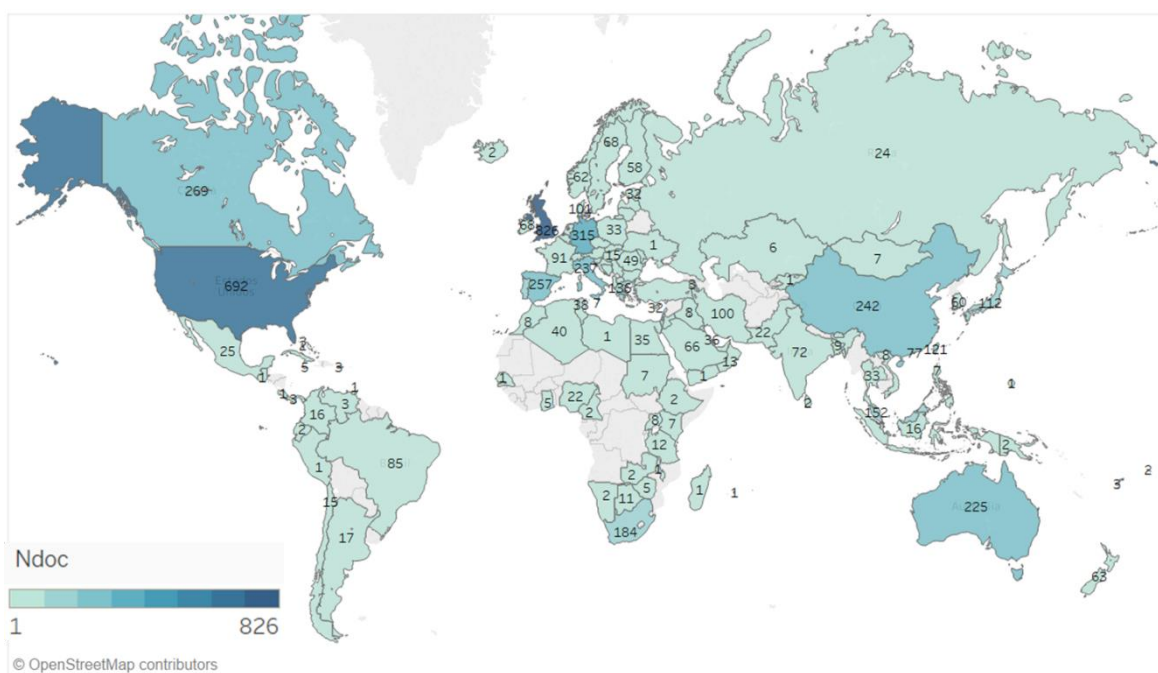


Figura 8. Distribución regional de las publicaciones realizadas en las revistas científicas y actas de conferencia en cuyo título se encuentra la palabra “e-learning” (Fuente: Scopus)

Las instituciones: Bajo esta consulta, se encontró que un total de 160 instituciones han aportado a la producción mundial del e-learning. La *Open University* se diferencia notablemente de las demás con 140 documentos publicados, le sigue la *Aalborg Universitet* con 72 documentos publicados y de ahí en adelante las demás instituciones con menos de 35 documentos publicados en el periodo de tiempo. La tabla 4 muestra las 30 primeras instituciones en este listado.

Institution	Ndoc
Open University	140
Aalborg Universitet	72
Universiti Teknologi MARA	34
University of Southampton	32
University of Cape Town	31
Universita di Salerno	31

Institution	Ndoc
University of Illinois at Urbana-Champaign	26
Cape Peninsula University of Technology	26
The University of Hong Kong	26
Hong Kong Polytechnic University	26
Multimedia University	26
Universitat Duisburg-Essen	25

University of Toronto	31	University of Ontario Institute of Technology	24
Athabasca University	31	Universita degli Studi di Genova	24
Universiti Teknologi Malaysia	31	Stockholms universitet	24
University of Hertfordshire	30	Univerzita Hradec Kralove	23
Universitat Oberta de Catalunya	29	The University of British Columbia	23
Ostravska Univerzita v Ostrave	29	Charles University	23
University of South Africa	27	University of Tehran	23
National Central University Taiwan	27	Open University of the Netherlands	23
University of Bahrain	26	Pennsylvania State University	22

Tabla 4. Principales universidades que publican en revistas y actas de conferencias en cuyo título se encuentra la palabra “e-learning” (Fuente: Scopus)

Los autores: La figura 9 muestra los 10 principales autores que han contribuido al desarrollo de la temática en el periodo de la consulta. Los 3 mayores aportantes son Peter Mozelius del *Mid Sweden University* en Suecia, Karin Tweddell Levinsen de la *Aalborg Universitet* en Dinamarca y Graíne Conole de la *Bath Spa University* en el Reino Unido.

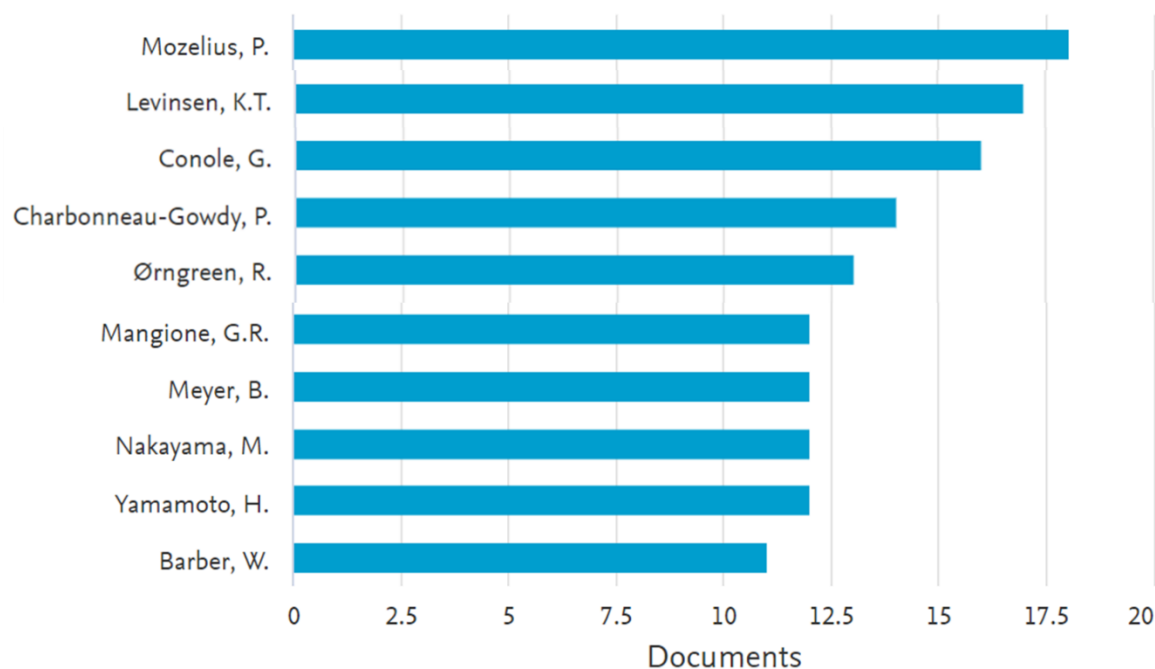


Figura 9. Principales autores de las revistas y actas de conferencias en cuyo título se encuentra la palabra “e-learning” (Fuente: Scopus).

Este conjunto de datos (la producción, los canales de comunicación utilizados, el tipo de documentos y la distribución regional, las instituciones y los autores), constituye una aproximación inicial desde la bibliometría. Sin embargo, cualquier ajuste en la consulta al índice o base de datos puede otorgar resultados completamente diferentes, por ejemplo, si en lugar de buscar las revistas en cuyo título aparezca la palabra *e-learning* se hace la búsqueda por los documentos en cuyo título aparece la palabra *e-learning*⁶¹, los resultados son notablemente diferentes:

Número de documentos: Se encontraron 11,386 documentos que cumplen con el criterio de búsqueda, este número es poco más del doble de los documentos encontrados en el análisis por revistas, lo cual nos lleva a la conclusión lógica que muchos documentos relacionados con el e-learning se publican en revistas en cuyo título no se encuentra este término. La figura 10 muestra la evolución en la producción de los documentos indexados en esta base de datos.

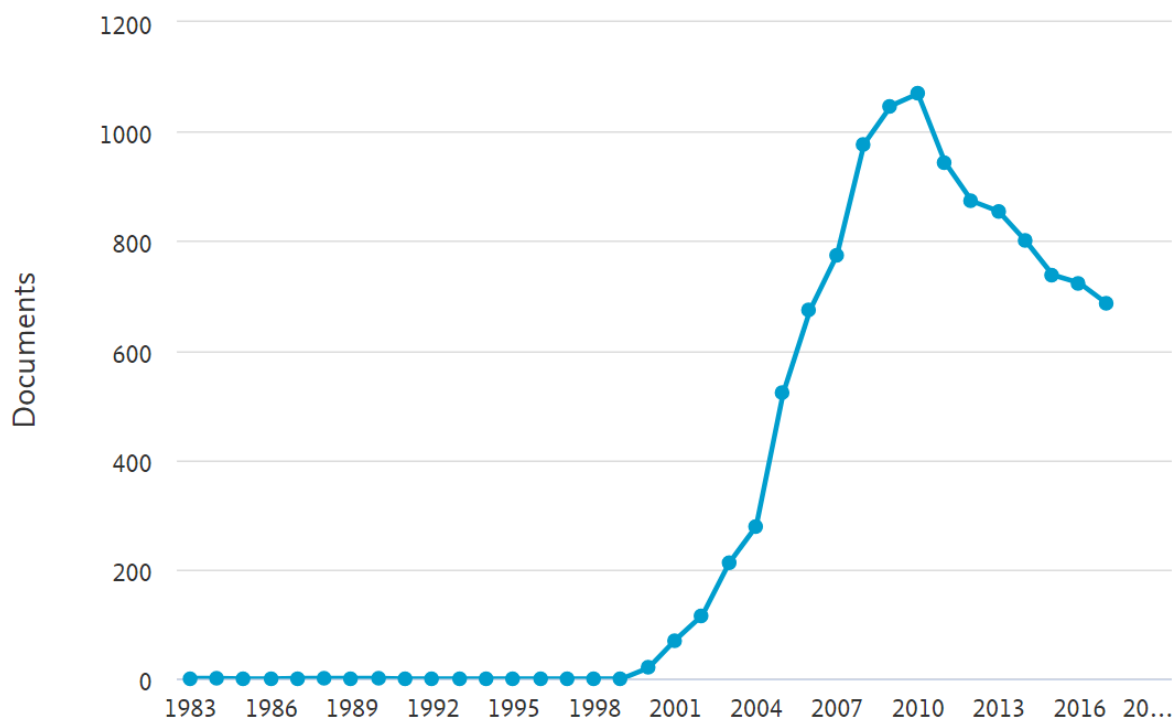


Figura 10. Evolución en la producción científica en cuyo título se encuentra la palabra “e-learning” (Fuente: Scopus)

⁶¹ Consulta realizada el 5 de mayo de 2018 utilizando la sentencia “TITLE (“e-learning”) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, “cp”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “ar”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “ch ”))” excluyendo el año 2018

Se puede observar una correspondencia de picos en el año 2010, entre las publicaciones y los documentos, sin embargo, el pico de 2013 presente en las publicaciones no se encuentra reflejado en los documentos. Otro elemento de análisis muy interesante es que en Scopus, si bien existe una revista en cuyo título se incluye la palabra *e-learning* desde 1970, el primer documento con la palabra *e-learning* en su título aparece hasta 1983.

Fuentes (revistas y actas de conferencias): Se encontraron 91 publicaciones que cumplen con el criterio de búsqueda. Un número menor a las 103 encontradas en el ejercicio anterior. La figura 11 muestra las revistas que mayoritariamente cubren la producción en cuyo título se encuentre la palabra “e-learning”:

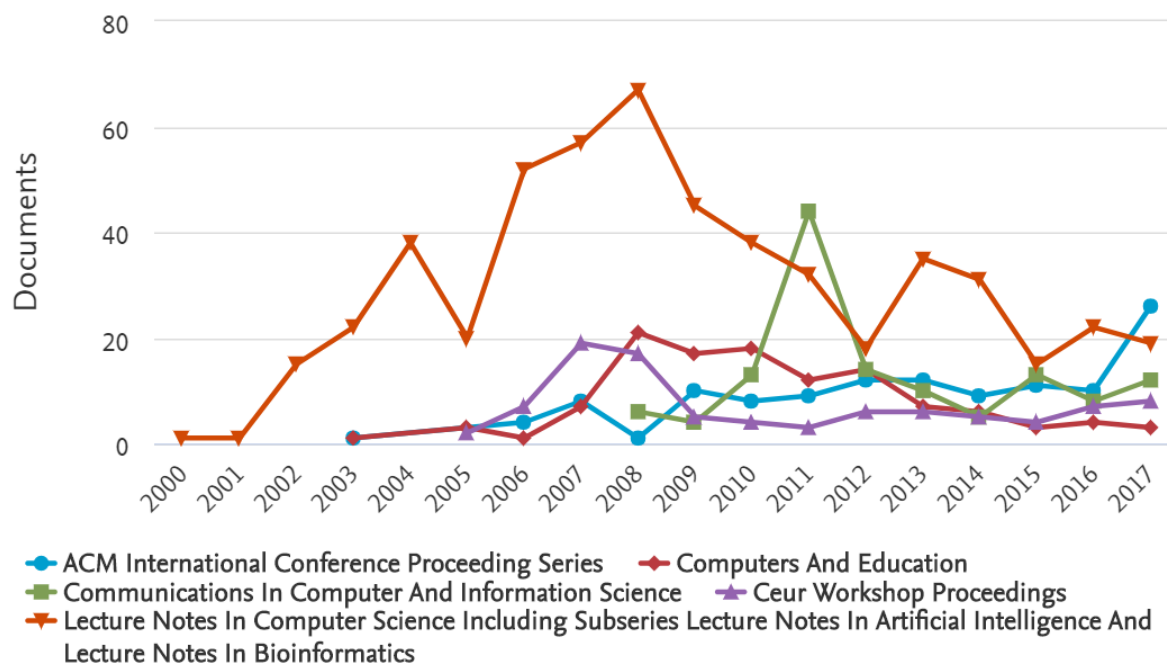


Figura 11. Principales revistas y actas de conferencia que publican documentos en cuyo título se encuentra la palabra “e-learning” (Fuente: Scopus)

Al comparar esta visualización con las anteriores, se puede observar y afirmar que el pico en 2010 no corresponde a una presencia determinante de estas revistas, es más, este conjunto de revistas apenas contribuyó con 43 documentos de los 1069 publicados en ese año.

Tipos de documento: Se encontró que el 55,1% corresponde a *Conference paper*, el 37,2% corresponde a *article*, y el 7,7% corresponde a *book chapter*. Estas proporciones divergen de nuevo,

frente al análisis que se realizó desde las publicaciones, ya que el 17% de la publicación en modo artículos del análisis de publicaciones se dobla (aproximadamente) en el análisis por documentos.

Correspondencia con áreas de conocimiento: En la figura 12 se muestra la distribución por áreas de conocimiento. Esta es una de las comparaciones con notable diferencia, las dos áreas de conocimiento dominantes intercambian papeles en esta visualización, pero pierden mucho terreno frente a las áreas de ingeniería, matemáticas y negocios. De manera contraria, las áreas de la salud tienen muy poca presencia en esta representación.

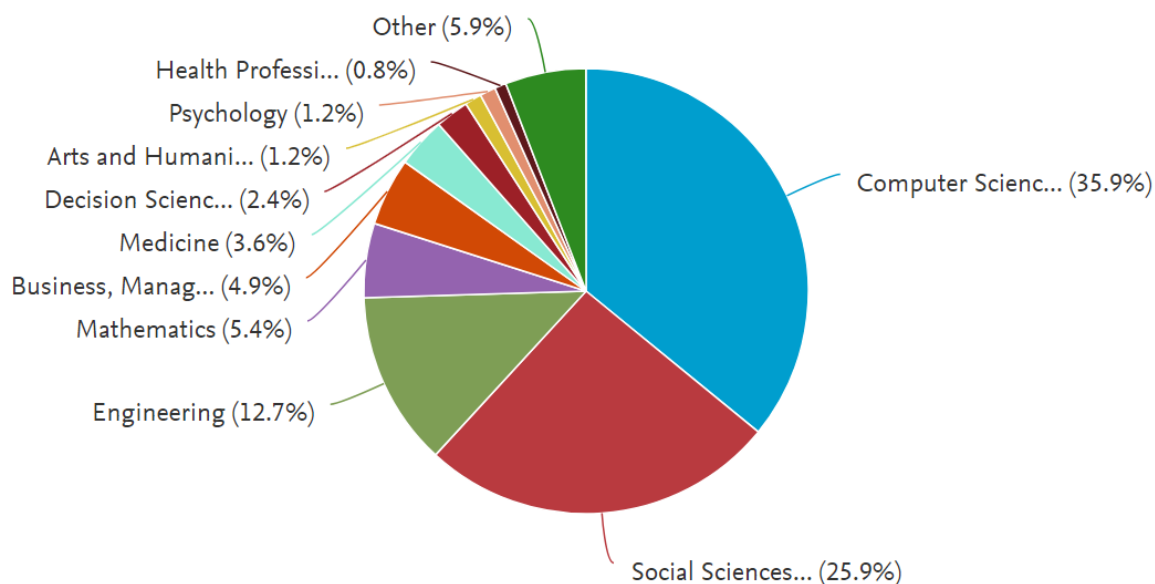


Figura 12. Distribución por áreas de conocimiento de los documentos en cuyo título se encuentra la palabra “e-learning” (Fuente: Scopus). Nota: Los porcentajes no representan el 100% ya que un documento puede estar relacionado en más de un área de conocimiento

Distribución regional: Se encontraron 136 países productores de investigación en *e-learning* un número mayor al encontrado en el análisis por publicaciones. La tabla 5 muestra la distribución de los principales 30 países en la producción del *e-learning* que cumple con los criterios de búsqueda. Se pueden agrupar los resultados en 4 grupos: El primero conformado por *United Kingdom*, *United States* y *China* con una producción superior en promedio de 939 documentos, el segundo lo conforman *Spain*, *Taiwan*, *Germany*, *India*, *Japan*, *Italy* y *Australia* con una producción en

promedio de 617 documentos, un tercer grupo conformado por *Malaysia, Greece, Canada, France, Romania, South Korea, Iran, Brazil, Saudi Arabia, Turkey, Austria, Netherlands, Hong Kong, Portugal, Poland, South Africa, Czech Republic, Indonesia, Croatia y Ireland* con una producción en promedio de 180 documentos. El cuarto grupo lo conforman los 106 países restantes con una producción muy pequeña.

Country/Territory	Ndoc	Country/Territory	Ndoc
United Kingdom	972	South Korea	201
United States	944	Iran	174
China	901	Brazil	164
Spain	694	Saudi Arabia	162
Taiwan	638	Turkey	160
Germany	583	Austria	154
India	515	Netherlands	153
Japan	492	Hong Kong	151
Italy	479	Portugal	151
Australia	439	Poland	143
Malaysia	301	South Africa	142
Greece	292	Czech Republic	139
Canada	284	Indonesia	131
France	255	Croatia	126
Romania	211	Ireland	113

Tabla 5. Distribución regional de los documentos en cuyo título se encuentra la palabra “e-learning” (Fuente: Scopus)

Las instituciones: Un total de 160 instituciones ha aportado a la producción mundial del *e-learning*, resalta un pequeño grupo conformado por la *Universitat Oberta de Catalunya*, la *University of Zagreb*, la *Universita di Salerno* y la *Universidad de Vigo*. La tabla 6 muestra las 30 primeras instituciones. El número de instituciones es idéntico en las consultas por publicaciones y por documentos, sin embargo, el detalle de los resultados es muy diverso entre ambas consultas. El orden y aporte de las instituciones varía mucho en cada consulta. La *Universitat Oberta de Catalunya* que figura primera con 76 documentos, en la consulta por publicaciones figura once con

29 documentos y la *Open University* que figura primera en la consulta por publicaciones con 140 documentos, en este listado aparece quinta con 49 documentos.

Institution	Ndoc	Institution	Ndoc
Universitat Oberta de Catalunya	76	Universiti Kebangsaan Malaysia	41
University of Zagreb	61	National Cheng Kung University	40
Universita di Salerno	57	Universiti Teknologi Malaysia	40
Universidad de Vigo	57	Anna University	40
Open University	49	Universitatea din Craiova	39
City University of Hong Kong	49	Deakin University	39
King Saud University	46	Univerza v Mariboru	38
Athabasca University	46	Universitat Politècnica de Catalunya	38
University of Southampton	46	University of Malaya	37
Huazhong Normal University	45	Nanyang Technological University	36
Tamkang University	44	University of Tehran	36
The University of Hong Kong	43	Universidad de Alcalá	36
Universitat Politècnica de València	43	Univerzita Hradec Kralove	35
Universita degli Studi di Roma La Sapienza	43	University Politehnica of Bucharest	35
National Taiwan Normal University	42	Hong Kong Polytechnic University	35

Tabla 6. Principales universidades productoras de documentos en cuyo título se encuentra la palabra “e-learning”
(Fuente: Scopus)

Los autores: La figura 13 muestra los principales autores que contribuyen a la producción científica del *e-learning*, se destacan Toshio Okamoto de la *University of Electro-Communications* en Japón, Alexandra Cristea de *The University of Warwick* en Reino Unido y Mohamed Jemni de la *Universite de Tunis* en Túnez. Estos resultados divergen completamente de la consulta anterior, ninguno de los autores mostrados en esta figura se corresponde con el listado de autores mostrados anteriormente, también es inconsistente el número de documentos ya que el promedio de este listado está en 18 y en el anterior el promedio de documentos es 13.

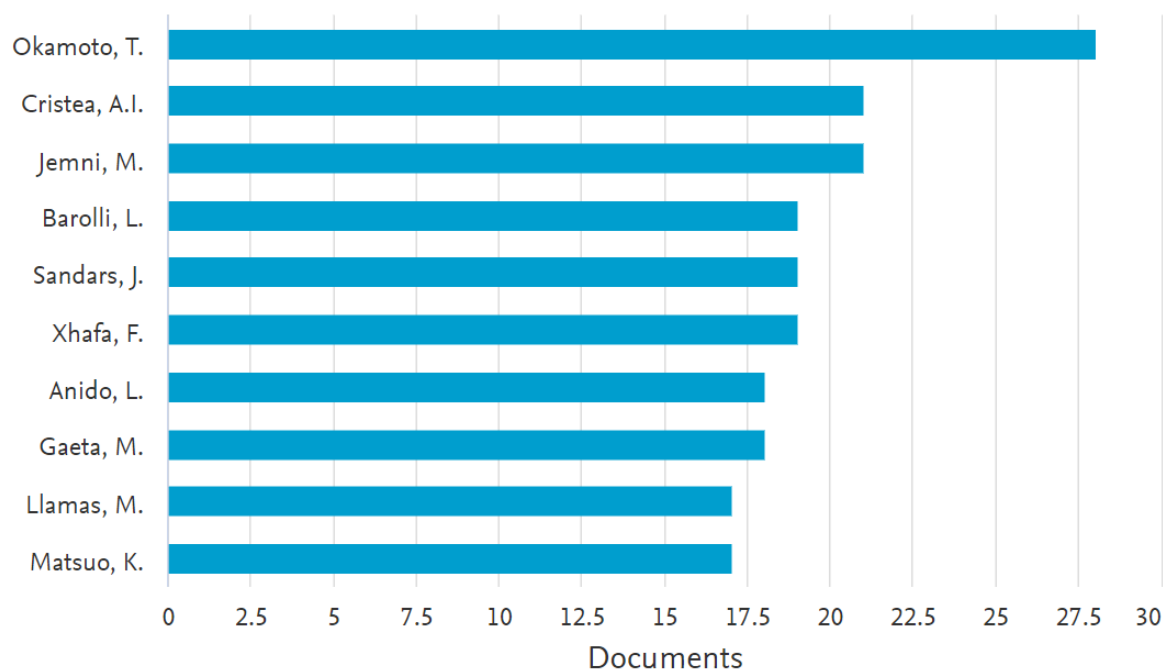


Figura 13. Principales autores en la producción científica en cuyo título se encuentra la palabra “e-learning” (Fuente: Scopus).

Como se puede apreciar en esta revisión del estado del arte, el análisis bibliométrico está profundamente ligado a las consultas realizadas en los índices y las bases de datos. Los resultados mostrados en estos dos ejemplos divergen en casi todos los aspectos, lo cual presenta serios inconvenientes para determinar el alcance e impacto del dominio científico y nubla el objetivo de caracterizarlo mediante la aplicación de técnicas bibliométricas, por lo tanto, se hace necesario determinar con mayor precisión la fuente de información y la tipología documental y de fuentes sobre la que se va a realizar este análisis.

2.2 Limitaciones del estudio

En primer lugar, al plantear un análisis global es necesario contar con la mayor cantidad de información posible, para que el análisis se pueda considerar de este tipo. Es ahí donde la selección de las fuentes de información juega un papel muy importante para esta investigación. Para este

estudio, se consideró que la base de datos Scopus brinda la mayor cobertura de datos bibliométricos para realizar un análisis global, ya que no solo incluye mayor cantidad de revistas y actas de conferencias, sino que además hace un esfuerzo continuo por indexar documentos y revistas publicadas antes de su propio lanzamiento en 2003.

En segundo lugar, y fuertemente ligado al anterior, se encuentra una limitante en la tipología de documentos seleccionada para realizar el estudio. Los tipos de documentos seleccionados como material de análisis corresponden a lo que se considera en el ámbito científico como producción científica primaria, estos son los artículos, revisiones y artículos de conferencia. Siendo conscientes que los demás tipos de contenidos (libros, capítulos de libros, revisiones de libros, cartas, notas, editoriales y encuestas) pueden contribuir a la caracterización del dominio científico, éstos no fueron incluidos en este estudio ya que no están completamente indexados en las bases de datos y por ende no se cuenta con su información bibliométrica.

En tercer lugar, la información bibliométrica de la producción científica en *e-learning* tiene un grado de dificultad en su recuperación, esta limitante se presenta por la poca unificación de los términos utilizados para describir la producción científica y en la diversidad de revistas y actas de conferencias en las cuales se publican, que cubren las ciencias sociales, las ciencias computacionales, la ingeniería y los negocios, entre muchas más. Esto llevó a la necesidad de incluir un completo vocabulario de la temática, fruto del análisis entre los títulos, resúmenes y palabras clave de los trabajos. Una limitación adicional frente a los datos bibliográficos es que estos se pueden encontrar principalmente en dos áreas de conocimiento diferentes, las ciencias sociales y las ciencias de la computación. En el análisis de la evolución bibliométrica de estas áreas de conocimiento se ha observado que sus conductas de publicación son diferentes, el ritmo de producción de sus autores es distinto y también el uso de determinados canales de comunicación de la ciencia por razones diversas, no siempre relacionadas con el desarrollo del campo científico.

Finalmente, el conjunto de las anteriores limitaciones alimenta la principal restricción que contribuyó en buena medida a la realización de este trabajo, se trata de la ausencia de la temática en los índices de áreas y categorías de conocimiento en el sistema mundial de la ciencia. No se encuentra una clasificación explícita referida al área temática del *e-learning*, por ejemplo, en el

repositorio institucional de la Universidad Complutense de Madrid, se encuentran solo dos trabajos de grado en cuyo título se encuentra el término, clasificadas bajo las palabras clave “*Computer Science in Education*”⁶² y “*Educational Technology*”⁶³ respectivamente. La referencia más cercana es la base de datos ERIC⁶⁴ (*Education Resources Information Center*) pensada y dispuesta para ser un referente en educación.

De ahí la necesidad metodológica de definir los elementos que componen la categoría de conocimiento y sugerir su creación en los índices y bases de datos como punto de partida de este estudio.

⁶² Aplicación de estándares de e-learning para la integración de videojuegos educativos en el flujo de la enseñanza. Thesis. <http://eprints.ucm.es/28215/>

⁶³ La construcción de tesauros académicos: un modelo general y un método inductivo con aplicación al "e-learning". Thesis. <http://eprints.ucm.es/11030/>

⁶⁴ <https://eric.ed.gov/>

CAPÍTULO 3. Objetivo general e hipótesis

3.1 Objetivo general

El objetivo general de esta investigación es construir el dominio científico del *e-learning* a través de la aplicación de indicadores bibliométricos para analizar las estructuras bibliométricas de la producción científica que se relaciona de manera directa con la investigación en esta área emergente, lo cual permitirá:

- Definir la naturaleza del dominio científico y su correspondencia temática con otras áreas de conocimiento.
- Identificar las principales contribuciones y contribuyentes en el desarrollo de la temática.
- Identificar sus canales de comunicación.
- Visualizar sus redes de colaboración.
- Visualizar y comunicar la estructura de conocimiento.

Los objetivos específicos formulados como preguntas de investigación son:

- ¿Cómo se identifica el conjunto de las publicaciones que constituye el canal de comunicación disciplinar de una comunidad científica?
- ¿Qué elementos se deben considerar al analizar la evolución de la producción científica en *e-learning*?
- ¿Se corresponden las áreas de conocimiento encontradas en los índices como Scopus, con las identificadas en el análisis bibliométrico?
- ¿Cuáles son los principales actores que se destacan tanto en los indicadores de producción científica como en los indicadores de desempeño científico en *e-learning*?
- ¿Cuál es la relación entre la producción realizada en colaboración y el desempeño obtenido en la temática?
- ¿Cómo se pueden representar gráficamente los intereses de investigación de una comunidad científica en determinada temática?

3.2 Hipótesis

El conjunto de datos extraídos de Scopus y presentados anteriormente (la producción del *e-learning*, los canales de comunicación utilizados, el tipo de documentos y la distribución regional), contribuye a la presentación de la hipótesis de esta investigación: El conocimiento generado y publicado sobre la temática *e-learning* es suficiente para considerar esta temática como un dominio de conocimiento en sí mismo, que genera aportes singulares al desarrollo científico.

Utilizando las herramientas y aplicando las metodologías que provee la bibliometría, se podrá validar esta hipótesis, identificando las áreas de conocimiento en las cuales se está desarrollando el campo de *e-learning* y la forma en la que se ha ido construyendo el conocimiento alrededor de este campo.

Esta hipótesis se desarrollará en dos direcciones:

1. Considerar el *e-learning* como un dominio de conocimiento propio.
2. Redefinir los preconceptos de clasificación del *e-learning* en los mapas y estructuras de conocimiento de las ciencias sociales y las ciencias computacionales.

CAPÍTULO 4. Metodología

Esta tesis pretende caracterizar el *e-learning* como un dominio de conocimiento, para ello, se identificaron 5 características que en su conjunto permiten alcanzar este objetivo. Cada una de estas características fue analizada con una metodología particular, buscando responder las preguntas de investigación y siendo conscientes de las limitaciones a las que nos enfrentamos en un abordaje de este tipo.

En este capítulo se presentan, en primer lugar, los métodos utilizados de manera transversal para analizar cada una de las características identificadas y, en segundo lugar, las metodologías particulares en cada una de las publicaciones:

4.1 Metodologías transversales

- Delimitación de las fuentes de información y alcance de la consulta. Al tratarse de un análisis global, se requirió que los datos analizados tuvieran la mayor cobertura posible, en todos los niveles de agregación y todas las unidades tratadas en este estudio. De ahí, la selección de la base de datos Scopus, dada su cobertura disciplinar y la disponibilidad de los datos bibliométricos de las publicaciones. Los datos de Scopus son los que alimentan el SCImago Journal & Country Rank y el SCImago Institutions Ranking, dos sistemas de información que de manera comprensible utilizan los datos bibliográficos de Scopus para construir y publicar indicadores bibliométricos de diferentes unidades de análisis.
- Utilización de diversas unidades de análisis. Se determinó un conjunto de unidades de análisis a distintos niveles que pudieran aportar una perspectiva global en la búsqueda de la consolidación del dominio de conocimiento. Las unidades de análisis determinadas corresponden en primer lugar al nivel geográfico: el mundo, las regiones, los bloques de países, los países en singular y las instituciones de todos los sectores. En segundo lugar, al nivel de estructura de la ciencia, como son las revistas y las actas de conferencias.

- Representación gráfica de los indicadores bibliométricos de las unidades de análisis determinadas. Los distintos análisis y las relaciones identificadas entre las áreas de conocimiento, los tipos de documento, las publicaciones, las instituciones, los países y demás características del dominio de conocimiento se representaron utilizando diferentes técnicas de visualización para determinar los elementos de comparación y abstraer nueva información resultante del análisis visual. En esta investigación se utilizaron las técnicas de superposición de mapas, redes de colaboración, referencias cruzadas y nubes de palabras.

4.2 Metodologías particulares

- La primera metodología se diseñó e implementó para identificar y analizar las comunicaciones científicas que aportan al desarrollo de la temática, partiendo del principio que una mayor presencia de descriptores específicos del campo en los ítems de una publicación es directamente proporcional al número de interacciones por citación, co-citación y coupling de una publicación con otras, que hacen parte del clúster disciplinar. Esta metodología está compuesta por los siguientes pasos:
 - Paso 1. Definición de descriptores. El objetivo de este primer paso es establecer un listado de todos aquellos términos que describen la temática a partir del término núcleo “e-learning”. Para ello, se realiza un análisis bibliométrico de las palabras clave de las publicaciones que en su título, resumen y palabras clave incluyen el término núcleo. Se considera la producción científica primaria, por sus aportaciones científicas y por recibir la mayor parte de las citas. La fuente de información consultada fue SCOPUS. Se analizaron los documentos por tipo de publicación (Revista y Acta de Congreso), por el tipo de documento (Artículo en revista, comunicación de congreso y revisión) y por el idioma (inglés). Finalmente, por medio de la técnica de Visualización de Similaridades (VoS), se identificaron los descriptores primarios que mayoritariamente están presentes en las publicaciones. Se adicionan descriptores secundarios, fruto de las similitudes lingüísticas y/o de las siglas o abreviaciones que se utilizan en el lenguaje natural.

- Paso 2. Correspondencia de publicaciones y descriptores. El objetivo de este paso es construir una matriz de volumen de publicaciones por cada descriptor (primario y secundario) y por cada revista indexada en la base de datos. Se realizó una consulta a la base de datos por cada uno de los descriptores, relacionando el número de artículos de cada descriptor.
- Paso 3. Porcentaje de participación en la temática. El objetivo de este paso es determinar el porcentaje de artículos de la publicación que están relacionados con la temática. Se identificó el número total de artículos de la publicación y el número de artículos relacionadas (NAR) con la temática para cada una de las revistas, luego, se calculó el porcentaje de participación (PP) entre estos valores.
- Paso 4. Punto de corte para la inclusión de publicaciones en la categoría. El objetivo de este paso es determinar el punto de corte sobre el PP desde el cual se incluirán las publicaciones para la categorización de la temática. El punto de corte se estableció mediante la identificación del error máximo permitido de la relación temática de la publicación, teniendo en cuenta que cuanto mayor es el punto de corte mayor es la precisión en la selección de revistas, aunque esta precisión signifique un volumen reducido de publicaciones en el conjunto, y en caso contrario, un punto de corte bajo aumenta el error en la selección de publicaciones. Una vez establecido el punto de corte, todas las publicaciones que superen dicho umbral son consideradas en la categorización de la disciplina emergente.
- Paso 5. Análisis del conjunto de publicaciones. En este paso se busca el grado de cohesión existente entre las publicaciones. Las publicaciones seleccionadas se analizaron mediante la técnica de superposición de mapas para determinar la existencia de una comunidad científica que comunica su conocimiento a través de estos canales y para reconocerla como una disciplina científica emergente y distintiva que puede ser delimitada como una categoría temática transversal. Esta técnica facilita la exploración de las bases de conocimiento de una disciplina emergente y su dinámica evolutiva, para ello, es necesario contar con un mapa de base (mapa mundial de la ciencia) sobre el cual superponer un mapa local (mapa de las revistas categorizadas) permitiendo ubicar la disciplina en la topología general del conocimiento científico y así, evidencia un efecto

clúster, que determina la existencia de un ámbito disciplinar específico desde el punto de vista de las pautas de comunicación científica seguidas por los investigadores.

- La segunda metodología plantea el análisis de datos a distintos niveles de granularidad, iniciando con la producción científica mundial, luego la producción científica agrupada por bloques de países y regiones, por último, la producción científica de las áreas de conocimiento relacionadas con *e-learning*. El indicador utilizado para realizar las comparaciones y el análisis fue el número de documentos publicados en SCOPUS (NDoc).
 1. Comparación de la evolución del *e-learning* frente a la producción científica mundial. Permite conocer el comportamiento de la categoría frente a la tendencia mundial de publicación científica.
 2. Comparación de la evolución del *e-learning* frente a la producción científica de los principales bloques de países, para visualizar de manera diferenciada la producción en *e-learning* presente en distintos grupos de países y regiones.
 3. Comparación de la evolución del *e-learning* con las áreas de conocimiento relacionadas. Para conocer el aporte de las diferentes áreas de conocimiento con las cuales se relaciona la temática, midiendo los NDoc en las revistas y actas de conferencias, categorizadas y agrupándolas por áreas de conocimiento.
 4. Análisis de la producción en *e-learning* en el ámbito mundial. Primero, se comparó la evolución de la producción del área entre los tipos de publicación. Segundo, se analizó la distribución de los tipos de publicación entre las áreas de Ciencias Sociales y Ciencias Computacionales. Tercero, se clasificó la tasa de crecimiento de la producción de cada revista en una escala de 4 estados (Crecimiento superior, Crecimiento normal, Descenso y Caída). Cuarto, se utilizó la técnica de superposición de mapas para conocer la evolución en el crecimiento de las revistas de la categoría frente a las áreas de conocimiento y determinar la relación de esta evolución con las comparaciones realizadas.
- La tercera metodología se basa en el análisis bibliométrico de la productividad y el desempeño de la producción científica primaria en la ventana de tiempo 2003-2015, con el objetivo de

describir el rendimiento de la actividad científica, su evolución y colaboración internacional e identificar aquellas unidades de análisis que presentan una correlación positiva entre la producción y la calidad de los resultados científicos en términos de impacto de las citas. Para realizar este análisis se definieron dos unidades, la institución productora y su país de origen, utilizando los siguientes indicadores bibliométricos de productividad:

1. Output: número de documentos publicados en revistas científicas indexadas en Scopus y que se han clasificado en la categoría temática *e-learning* en el SCImago Journal & Country Rank.
2. International collaboration: número de trabajos que han sido elaborados junto con instituciones de otro país.

Para describir y comprender el desempeño del país y de las instituciones en el desarrollo del *e-learning*, se consideraron los siguientes indicadores de impacto que no dependen del tamaño del país o de la institución:

3. *Normalized citation*: Valor obtenido a nivel de artículo que muestra la relación entre el promedio del impacto científico de una institución/país y el conjunto promedio mundial.
4. *%Leadership*: porcentaje de trabajos de una institución/país como principal contribuyente.
5. *%Excellence10*: porcentaje de trabajos que se encuentran entre el 10% más citado en la misma categoría, mismo año y tipo de documento.
6. *%Excellence10 with Leadership*: porcentaje de trabajos en Excellence10 en los cuales la institución/país es la principal contribuyente.

Para facilitar la comprensión del análisis bibliométrico se utilizaron tres herramientas de visualización, cuya combinación permite resaltar extremos e identificar patrones de publicación y conexión entre países o instituciones que se generan gracias a la colaboración, estas fueron:

- La primera, el escalamiento multidimensional para representar la evolución en la producción del conjunto de instituciones y de países.
 - La segunda, la técnica de georreferenciación para mostrar el lugar en el que se crea y desde el que se difunde el conocimiento.
 - La tercera, clústeres de la colaboración internacional para determinar diferentes niveles de relación entre las unidades de análisis.
- La cuarta metodología, se diseñó e implementó para realizar el mapeo del campo de investigación, en este caso, del *e-learning*. En primer lugar, se estableció un cuerpo documental para realizar el análisis bibliométrico, asegurando el acceso a los datos bibliométricos de este conjunto de publicaciones. Para realizar esto se utilizó la primera parte de la primera metodología expuesta anteriormente, con la confianza de encontrar un conjunto de términos estructurados y bien definidos. En segundo lugar, se identificaron los frentes de investigación de la temática, que determinan la consolidación de las diferentes tendencias a lo largo del tiempo y que han contribuido al desarrollo y crecimiento de la temática en las comunicaciones científicas. Para esto, se utilizó la técnica de representación de nubes de palabras, compuestas por palabras clave, para visualizar los frentes de investigación del campo por su capacidad de representación y rápida apropiación de la comunidad a la que se presenta. Para aplicar esta técnica, se llevaron a cabo dos actividades, la primera de ellas fue refinar el conjunto de términos para obtener aquellos que mayoritariamente se diferencian y que se puedan representar visualmente sin pérdida de información. La segunda actividad fue configurar las variables que determinan la forma de la nube de palabras, entre estas:
 - Mantener cada término con su longitud propia.
 - No incluir términos en la visualización que correspondan con el mismo nombre del campo científico analizado, lugares, fechas, nombres propios, nombres de organizaciones y todos los demás que no aporten a la identificación de los frentes de investigación.
 - Definir formas simples para representar la nube.
 - Seleccionar una tipografía que garantice una lectura limpia, no borrosa, para evitar el cansancio visual.

- Definir una intención para el uso del color.

CAPÍTULO 5. Publicaciones

5.1 Introducción

Durante el proceso de investigación desarrollado en esta tesis, se fueron obteniendo una serie de resultados que fueron analizados y comunicados mediante la publicación de artículos y capítulos de libro. Los canales de comunicación seleccionados para esto fueron revistas de corriente principal en los siguientes campos:

- Del área temática analizada. Se seleccionó la revista *International Journal of Educational Technology in Higher Education*⁶⁵ por su cobertura temática y regional en la temática *e-learning*.
- De la metodología utilizada. Se seleccionaron en primer lugar dos revistas que se ubican como referentes en los campos de la bibliometría y la documentación. Estas son *Scientometrics*⁶⁶ y *El profesional de la información*⁶⁷. En segundo lugar, se optó por la publicación académica en el libro *Scientometrics*, editado por *InTech Open*⁶⁸.

1. Artículos

- *Categorization of E-learning as an emerging discipline in the world publication system: a bibliometric study in SCOPUS*
- *Global analysis of the E-learning scientific domain: a declining category?*
- *Output, collaboration and impact of e-learning research: Bibliometric analysis and visualizations at the country and institutional level (SCOPUS 2003-2015)*

2. Capítulo de libro

- *Mapping a research field: analyzing the research fronts in an emerging discipline*

⁶⁵ <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/> Consultado el 1/06/2018

⁶⁶ <https://link.springer.com/journal/11192> Consultado el 1/06/2018

⁶⁷ <http://www.elprofesionaldelainformacion.com/> Consultado el 1/06/2018

⁶⁸ <https://www.intechopen.com/books> Consultado el 1/06/2018

5.2 Artículo 1 - *Categorization of E-learning as an emerging discipline in the world publication system: a bibliometric study in SCOPUS*

Gerardo Tibaná-Herrera, María Teresa Fernández-Bajón, Félix de Moya-Anegón

Publicado en:

International Journal of Educational Technology in Higher Education

Referencia:

Tibaná-Herrera, G., Fernández-Bajón, M.T. & De Moya-Anegón, F. *Int J Educ Technol High Educ* (2018) 15: 21. <https://doi.org/10.1186/s41239-018-0103-4>

Título: Categorización del e-learning como una disciplina emergente en el sistema mundial de publicaciones: Un estudio bibliométrico en SCOPUS

Resumen: En los últimos años, el “e-learning” ha estado presente de manera continua en el discurso educativo, gracias a los avances tecnológicos, las metodologías de aprendizaje y las políticas públicas u organizacionales, entre otros factores. Sin embargo, a pesar de su auge y dominio en diversas áreas, esta temática no existe aún en el sistema mundial de publicaciones, y, por ende, los trabajos relacionados terminan siendo publicados bajo categorías relacionadas, en particular en Educación o en las Ciencias Computacionales, fraccionando así el conocimiento existente. Este trabajo parte de la hipótesis que la comunicación científica del e-learning tiene un grado de cohesión suficiente para ser considerada como una categoría temática en sí misma. Desde una aproximación bibliométrica a la temática, se analizó su producción científica, obteniendo los datos bibliográficos de SCOPUS y SCImago Journal & Country Rank, seleccionando sus principales descriptores y generando visualizaciones a través de VOSViewer bajo la técnica de superposición de mapas para representar su conjunto y proximidad. Como resultado, se determinó que 219 publicaciones científicas tienen una alta interrelación bibliométrica entre sí y éstas se presentan principalmente en las ciencias sociales y de manera transversal entre las ciencias

computaciones y las de salud. Este conjunto sirve de canal de comunicación científica y de estructura del conocimiento sobre la temática y por lo tanto se puede considerar como base para establecer la categoría temática “e-learning” en el sistema mundial de publicaciones científicas, contribuyendo a la consolidación de la disciplina, a su acceso y desarrollo por parte de los investigadores.

Categorization of E-learning as an emerging discipline in the world publication system: A bibliometric study in SCOPUS

Gerardo Tibaná-Herrera⁶⁹, María Teresa Fernández-Bajón⁷⁰, Félix de Moya-Anegón⁷¹

ABSTRACT

E-learning has been continuously present in current educational discourse, thanks to technological advances, learning methodologies and public or organizational policies, among other factors. However, despite its boom and dominance in various subject areas, this thematic does not yet exist in the world system of publications. Therefore, works in this thematic end up being published under related categories, particularly in education or computer science, thus fragmenting and make invisible the existing knowledge. This work is based on the hypothesis that the scientific communication of e-learning has a sufficient degree of cohesion to be considered as a thematic category in itself. From a bibliometric approach, its scientific production was analyzed, obtaining the bibliographic data of SCOPUS and SCImago Journal & Country Rank, selecting its main descriptors and generating visualizations through VOSViewer with the mapping overlay technique, to represent its set and proximity. As a result, it was determined that a set of 219 publications show a high bibliometric interrelation among its articles and these are presented mainly in the social sciences and transversally between computer science and health professions. This set serves as a channel of scientific communication and structure of knowledge on the thematic and can therefore be considered as the basis for establishing the "e-learning" thematic category in the world system of scientific publications, contributing to the consolidation of the discipline, to its access and development by researchers.

⁶⁹ Universidad Complutense de Madrid. Doctorado en Ciencias de la Documentación. gtibana@ucm.es
SCImago Research Group. gerardo.tibana@scimago.es

⁷⁰ Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Ciencias de la Documentación. mfernandez@ucm.es

⁷¹ SCImago Research Group. felix.moya@scimago.es

KEYWORDS: e-learning, Bibliometric, Map of science, SCOPUS, SCImago Journal & Country Rank

INTRODUCTION

E-learning, short for "electronic learning", arises as a name for the advances that have been made in education through the use of Information and Communication Technologies (ICT) and in particular the internet. Multiple definitions have emerged over the past few decades, it has been considered as a "new" form of learning (Nicholson, 2007) that uses the strengths of the Internet to provide synchronous or asynchronous interaction, teaching materials, and personalized programs to various communities. Even before the existence of the internet, interest was focused on the support that computer equipment and networks could offer to teachers and students, enriching education with technological findings (Fuller, 1962). Then, the interest turn towards the educational, on the one hand concerning learning (Stockley, 2006) and on the other hand to the understanding of this new modality as an evolution of the distance modality (Tick, 2006). Over time, it has been given a highly revolutionary character, granting it the capacity to transform education through the production, participation and consumption of content in various formats. This same character has led to it being a focus of multiple views. UNESCO (2013) defines it as a fundamental element in 21st century education that contributes to the construction and participation of the knowledge society; is also considered as an object of transversal study for the development of the networked society (Suárez, 2010); is also seen as a provider of tools and channels to access a new experiences, scenarios and information mediated by ICT, innovating in teaching-learning processes, research, extension (Freire, 2008) and other institutional practices, as described Conole and Oliver (2006), who also defines it as a field of research, with complex thematics, multiple tensions and rapid movement. Finally, Chiang determines on his work that e-learning research is expanding significantly (Chiang, Kuo, & Yang, 2010).

From the bibliometric point of view, one can learn a great deal by analyzing research manifested in scientific publications (journals and conference proceedings), as Taylor (2001) demonstrated at the beginning of the millennium. Several studies have been carried out in educational sciences

(Lee, Wu, & Tsai, 2009; Diem & Wolter, 2013) and also from technology (Hsiao, Tang, & Liu, 2015). However, only few and limited studies have been conducted to know the scientific production in e-learning. One of the first was the work of Shih, Feng and Tsai (2008), based on 5 journals, highlighting the trends in "Instructional Approaches", "Learning Environments" and "Meta Cognition." A similar approach was taken by Maurer and Khan (2010) when analyzing five journals and two conference proceedings, identifying 14 trends and 150 concept clusters. At the same time, a broader study of the Ed-Media journal archive from 2003 to 2008 was also conducted finding problems with the ambiguity of terms, institutions and authors, emphasizing the need to create an appropriate and comprehensive thematic category (Khan, Ebner, & Maurer, 2009). Chiang, Kuo and Yang (2010) found that the main applications of e-learning were presented mainly in Education and Computer Science and to a lesser extent in Medical Education, Information Sciences and Documentation, among other interdisciplinary areas. They used an empirical consultation of the terms "e-learning", "distance learning" and "electronic learning", focusing their analysis on 7 journals.

Changing the focus of journals and conference proceedings to databases and indexes, Liu, Wu, and Chen (2013) took WoS and ScienceDirect to identify Learning Technologies trends in special education. González, Saroil and Sánchez (2015) analyzed the scientific production in Latin America with the SciELO database, putting on the table the growing thematic linkage of e-learning with the areas of education (like Chiang, Kuo and Yang (2010)) and health professions, also highlighting its multidisciplinary nature. Tai, Lee and Lee (2013) using the Social Science Citation Index and Science Citation Index, analyzed the citation of journals in the period 2003-2012, finding a diversity of tendencies in multiple areas of knowledge. This source was also used by Hung (2012) to classify the publications in e-learning in 2 domains (system and content design, education and training) with 4 groups and 15 clusters. His analysis showed a change in the trend in the approach from the technical towards the educational.

These studies show the increase in the scientific production of e-learning over time, along with its trends, as technology and educational practices bring innovations. However, they contribute to the exploration of the thematic rather than its appropriate categorical definition (Khan, Ebner, & Maurer, 2009). Therefore, we have for many reasons a large gap in the analysis of the scientific domain in this discipline, either because it is a very recent field (compared to other disciplines), or because it doesn't have a global panorama of contrast to the recognition of that category, or because

changes in intellectual environments occur so rapidly and cover new conceptions of industry, education, and politics, or because most of today's scientific advances no longer align with disciplinary boundaries (Rafols, Porter, & Leydesdorff, 2010).

So how to know if e-learning is a discipline in itself? What are the main terms that describe it? Which publications contain the works described by these terms? This study seeks to answer these questions from a bibliometric approach with the support of visualization techniques.

The combination of bibliometrics with visualization techniques to analyze and/or define emerging disciplines has already been used in other cases, such as Nanoscience and Nanotechnology (Munoz-Ecija, Vargas-Quesada, Chinchilla-Rodríguez, Gómez-Nuñez, & Moya-Anegón, 2013), where journals and conference proceedings were analyzed, consolidating the identity of the scientific discipline with a high degree of transversality and without defined limits; the case of Environment Management Accounting (Schaltegger, Gibassier, & Zvezdov, 2013), whose results show an incipient development of the thematic; the case of altimetry (González, Pacheco, & Arencibia, 2016), which used the terms that in the opinion of the authors, better define the thematic, identifying the research trends that characterize it.

Other studies have used bibliometrics to identify scientific publications with the highest impact in a certain discipline, for example in the field of information systems (Chan, Guness, & Kim, 2015), information science (Waltman, van Eck, & Noyons, 2010), environmental social responsibility (Valenzuela, Linares, & Suárez, 2015), renewable energy, sustainability and environment (Fernández, Bote, & Moya-Anegón, 2013), business and technical communication (Lowry, Humpherys, Malwitz, & Nix, 2007), neurosurgery (Madhugiri, Ambekar, Strom, & Nanda, 2013), among others.

As for bibliometric analysis, co-citation of classes or categories can be used to construct maps of large scientific domains (Moya-Anegón, et al., 2004), this may serve, as mentioned above, for the establishment of a global panorama of contrast on which different scientific fields can be recognized and their internal dynamics and cognitive structure understood (Cobo, López, Herrera, & Herrera, 2011), either as a field of research already consolidated or as an emerging discipline. In Guzman's words, "we can say that the analysis of information with maps of science, supported by metric studies of information, allows us to graphically represent the relationships between documents that the disciplines or specific scientific fields publish. These show the sub-areas of

research in which the discipline has been focused over the years in order to identify, analyze and visualize the intellectual structure, as well as the temporal evolution in which the disciplines are being developed" (Guzmán & Trujillo, 2013).

Rafols, Porter, and Leydesdorff (2010) developed a method for visually locating research bodies within science, by overlaying maps of science we can investigate the increase in the scientific development of disciplines and organizations that do not fit into the traditional disciplinary categories, this is achieved thanks to the existence or construction of a stable corpus over which another smaller corpus can be superimposed, producing intuitive comparisons. In addition, these offer a greater interpretation and have the potential to be used in scientific analysis and for comparative purposes (Boyack, 2008). Following the method, these maps are matrices of similarity measures, calculated from the correlation between information items present in the structure of scientific communication, in other words, show the disciplinary structure of the sciences in terms of publications. The stable or base map is constructed with bibliographic data of a database that has a defined categorization of the sciences. The analysis performed on the overlap will be conditioned by the size of the data selected for it.

An example of the use of the mapping overlay technique was developed and published by the SCImago⁷² research group in its work on the graphical interface of SCImago Journal and Country Rank⁷³ (Hassan, Guerrero, & Moya-Anegón, 2014) in which through a freely accessible web platform, the presence of SCOPUS publications in different scientific domains can be analyzed, as well as the global distribution of the scientific output performance of different regions and countries. This tool also allows seeing the thematic categories with which the scientific publications have been previously related, both the traditional knowledge areas and the research frontiers.

Given the need for a database that could represent the global scientific publication system, we used SCOPUS⁷⁴ as a data source because of its disciplinary coverage, as did Leydesdorff, Moya-Anegón and Guerrero (2010), to carry out the comparative study between Journal Citations Reports and SCOPUS and later to measure the interdisciplinarity of SCOPUS (Leydesdorff, Moya-Anegón, & Guerrero, 2015).

⁷² www.scimagolab.com

⁷³ www.scimagojr.com

⁷⁴ SCOPUS is the largest abstract and citation database of peer-reviewed literature: scientific journals, books and conference proceedings. A Elsevier's product. <https://www.elsevier.com/solutions/scopus>

As for the visualization technique, there are multiple methods and tools for visualizing bibliometric networks, such as distance-based, graph-based or time-based (Small, 2006; van Eck & Waltman, 2014). Mapping and clustering are also used to respond to concerns about the main fields of research in a scientific domain, the relationship between research fields and the evolution of the domain over time. As a tool, Leydesdorff, Moya-Anegón and Guerrero (2015) in their journal mapping work showed how VOSViewer⁷⁵ assure the comprehensive visualization of node labels on the map and how the stress minimization technique such as multidimensional scaling (MDS) facilitates its visual.

MATERIALS AND METHODS

This study is based on the existence of scientific communications that contribute to the development of the thematic, under the criteria of academic peer review and deposit in databases of international publications. In order to identify such communications and analyze them, the following methodology is developed.

Step 1. Definition of descriptors. Establish a list of all those terms that describe the thematic from the term core "e-learning." This is achieved through the bibliometric analysis of articles that in their title, abstract and keywords include the term core. It begins with the definition of the type of information, in this case the primary literature is considered as the main and most important reference of knowledge in the world scientific field (Fernández, Bote, & Moya-Anegón, 2013), for its scientific contributions and for receiving most of the citations. The source of information consulted was SCOPUS as the database that mostly indexes journals and conferences proceedings (Leydesdorff, Moya-Anegón, & Guerrero, 2010). The search results are refined by source type (journal and conference proceedings), by primary literature (article, conference paper and review), the language (English), then the time period for the analysis is selected, preferably without erratic behaviors in the annual production rate and finally, a representative sample of the documents is selected on which to perform the bibliometric analysis based on the co-occurrence of keywords, with the aim of determining primary descriptors that are mainly present in articles, their

⁷⁵ www.vosviewer.com

relationships and relevance by means of the technique of Visualization of Similarities (VoS) (Waltman, van Eck, & Noyons, 2010). This technique, as shown by Cobo, Lopez, Herrera and Herrera (2011), provide a very accurate look at how a document corpus is described and linked.

Based on the set of primary descriptors, new descriptors are included as result of linguistic similarities and/or acronyms or abbreviations used in natural language, for example, when including the keywords of an article, you can choose to use the descriptor *e-learning* or *elearning* (Chiang, Kuo, & Yang, 2010), or the acronym *ICT* to include the descriptor *Information and Communication Technologies*. These new descriptors, that reflect the same meaning as the one provided by the author, are called Secondary Descriptors.

Step 2. Correspondence of publications and descriptors. Build a matrix of articles volume for each descriptor (primary and secondary) and each publication indexed in the database. Using the same selection criteria described in the previous step, a query is made to the database for each of the descriptors that have appeared thus determining the number of articles of each descriptor. Finally, the primary and secondary descriptors of each term are added, assuming that the sum reflects unique works related by descriptors.

Step 3. Percentage of participation in the thematic. Determine the percentage of articles in the journal or conference proceeding that are related to the thematic during the time period established in the initial criteria. The total number of articles (TNA) of the journal is identified during the period of time, then the number of related articles (NRA) with the thematic is determined for each of the journals, this is done by taking the maximum number of articles by descriptor, considering that an article can be related to more than one descriptor. Then, the percentage of participation (PP) between these values is calculated:

$$PP = \frac{NRA}{TNA} \times 100$$

Step 4. Cut-off point for inclusion of publications in the category. The cut-off point should be determined on the PP from which the publications will be included for the thematic categorization. Previous studies on this classification task have been carried out on the basis of the distribution of

publications between "pure", "hybrid" and "non-related" publications (Chan, Guness, & Kim, 2015) or on the determination of the core set of publications (Madhugiri, Ambekar, Strom, & Nanda, 2013). However, it was considered that this cut-off point must be established by identifying the maximum permissible error of the thematic relation of the publication. The higher the cut-off point the greater the precision in the selection of publications, although this precision means a reduced volume, and if not, a low cut-off point increases the error in the selection and its volume. Once the cut-off point is established, all publications that exceed this threshold will be considered in the categorization of the emerging discipline.

Step 5. Analysis of the set of publications. The degree of cohesion between publications is sought. The selected journals are analyzed under a bibliometric view to determine if they represent the existence of a scientific community that communicates their knowledge through these channels, to recognize it as an emergent and distinctive scientific discipline that can be delimited as a cross-thematic category (Leydesdorff, Moya-Anegón, & Guerrero, 2015). In this study we will use the mapping overlay technique (Rafols, Porter, & Leydesdorff, 2010) that facilitates the exploration of the knowledge bases of an emerging discipline and its evolutionary dynamics both in terms of its internal cognitive coherence and diversity of their sources of knowledge with reference to disciplinary classifications. For this, it is necessary to have a base map on which to overlay a local map and thus make comparisons.

The base map will be a global map of science (Leydesdorff, Moya-Anegón, & Guerrero, 2015) that includes the total of journals and conference proceedings indexed in SCOPUS. The relationship degree of publications is established by the normalized value produced by the combination of cites, co-cites and coupling (Hassan, Guerrero, & Moya-Anegón, 2014). In addition, this analysis is enriched with the clustering performed by VOSViewer (van Eck & Waltman, 2010).

The local map that will be overlaid on the global map of science is the set of journals and conference proceedings selected in the previous step. This overlap will allow locating the discipline in the general topology of scientific knowledge and whether or not there is a cluster effect, which should be considered as evidence of the existence of a specific disciplinary field from the point of view of the scientific communication guidelines followed by researchers.

In summary, the methodology is based on the principle that a greater presence of field-specific descriptors in the items of an article is directly proportional to the number of interactions by

citation, co-citation, and coupling of a publication with others that would form part of the discipline cluster.

RESULTS AND DISCUSSION

The SCOPUS database was used for its coverage and peer review of indexed publications to extract a representative set of primary literature that includes the term e-learning in its title, abstract and keywords during the period 2012-2014. In this timeframe, the production in e-learning stabilized with a growth rate close to 0 (2012: 3177, 2013: 3053, 2014:3065), favoring the analysis and allowing a window of two years to consolidate its impact. The database was consulted with the query chart of Table 1, obtaining the metadata of the first 2000 publications equivalent to 21% of the total, ordered by the Scopus relevance algorithm⁷⁶, which guarantees the accuracy of the search term in the fields of the document. A total of 4521 keywords⁷⁷ were recovered.

Source type	Journal, Conference proceedings
Document type	Article, Conference paper, Conference review
Timespan	2012, 2013, 2014
Languaje	English

Table 1. Query chart on SCOPUS

These keywords were later analyzed with the VOSViewer tool to establish their co-occurrence in the articles. Under the technique of Visualization of Similarities (VoS), 51 primary descriptors were established and are listed in Figure 1, including the occurrences of the term core as well.

⁷⁶ https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/14182/kw/sort%20by%20relevance/supporthub/scopus/

⁷⁷ Search made on January 23, 2017.

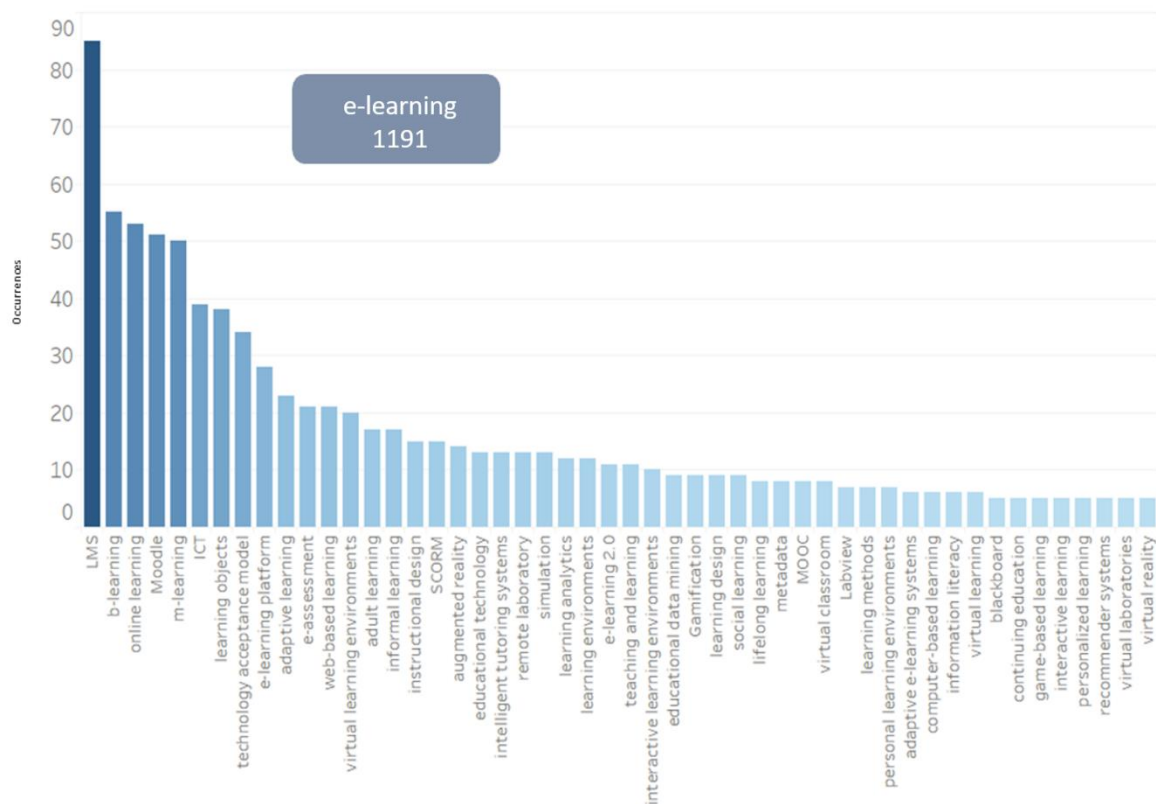


Figure 1. “E-learning” primary descriptors

The secondary descriptors that complete the listing are: elearning, electronic learning, Learning management system, blearning, blended learning, mlearning, mobile learning, Information and communications technologies, eassessment, electronic assessment, VLE, Massive Open Online Courses, PLE. These 64 terms constitute the base descriptors of the consultation of the articles (Annex 1), since they have been used to describe the scientific production around e-learning during the established period.

The correspondence matrix between descriptors and publications was elaborated on a total basis of 12,923 journals and conference proceedings indexed in SCOPUS⁷⁸. The PP participation percentage is shown in Figure 2.

⁷⁸ Search made on February 12, 2017.

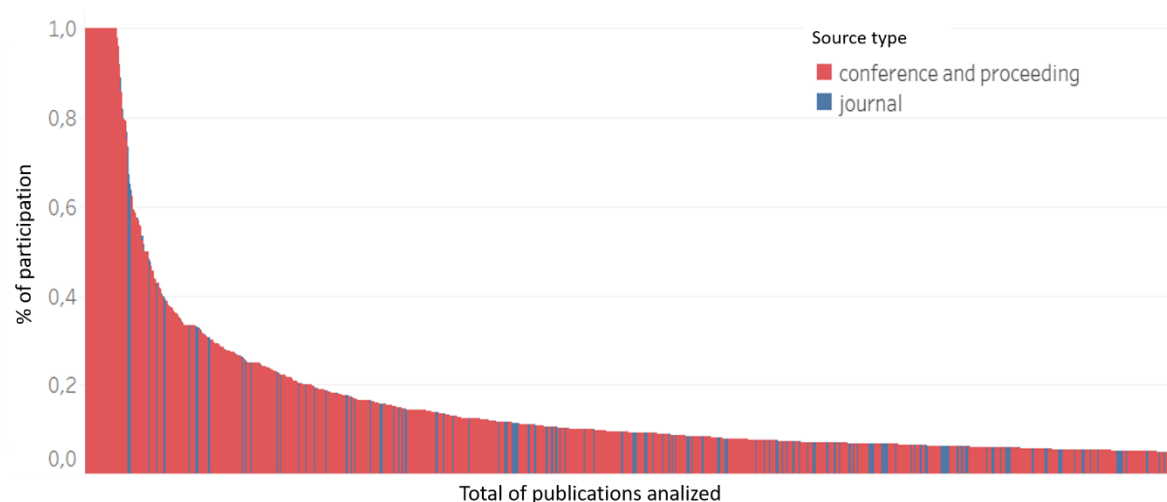


Figure 2. Percentage of participation (PP) of the term in journals and conference proceedings

There are 3,680 publications of the total base that do not have any article related to any of the 64 descriptors. Of the remaining 9,243, 7,801 have a participation rate of less than 5%. The cut-off point setting was performed based on the analysis of the error in selection of publications, in this case, by percentage bands as shown in Table 2.

Band	% of participation	Publications	Error	error %	Average Participation Percentage
1	100	44	0	0%	100%
2	> 90	47	0	0%	100%
3	> 80	51	0	0%	98%
4	> 70	58	0	0%	96%
5	> 60	64	0	0%	93%
6	> 50	84	0	0%	84%
7	> 40	105	0	0%	76%
8	> 30	169	4	2%	60%
9	> 25	230	11	5%	51%
10	> 20	299	20	7%	45%

Table 2. Percentage bands for establishing the cut-off point.

As can be seen, a value less than 20 in the percentage of participation has an error greater than 7% and the average participation percentage is less than 50%. We consider that an average percentage of participation should be maintained above 50% for the publication be considered in the category,

which is why the cut-off point is set at 25% (coinciding with the classification of pure and hybrid publications made by Chan, Guness and Kim (2015)) and excluding the 11 journals and congresses that are not related to the theme. With this, there are 82 journals and 137 conference proceedings (Annex 2) to be analyzed in comparison to the global map of science.

The global science map was constructed using the VOSViewer from SCOPUS-indexed publications and the combined indicator (citations, co-citations, coupling) used by SCImago (Hassan, Guerrero, & Moya-Anegón, 2014), which guarantees to have normalized values for each of the publications to be visualized.

As can be seen in Figure 3, the map is composed of seven clusters, which in a clockwise and wide sense can be denominated as: social sciences (red), psychology (clear cyan), medicine (green), health professions (purple), life sciences (yellow), physical sciences and engineering (dark cyan) and computer science (blue).

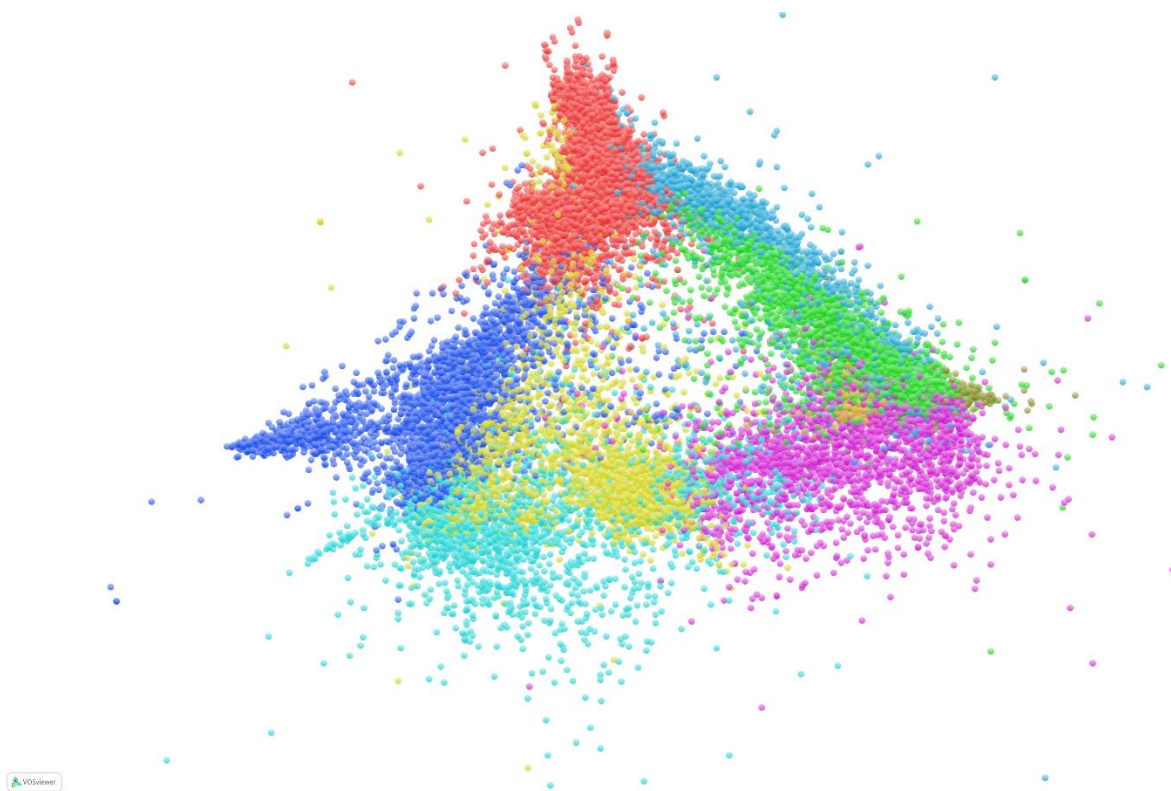


Figure 3. Global map of science based on SCOPUS and SCImago Journal & Country Rank using VOSViewer with its network map setting. (Source: self-made)

Figure 4 presents the overlap of the local map corresponding to the 219 selected publications (the color indicates the area of knowledge in which the publication is superimposed and its size corresponds to the percentage of participation) on the global map of science, showing the distribution of publications.

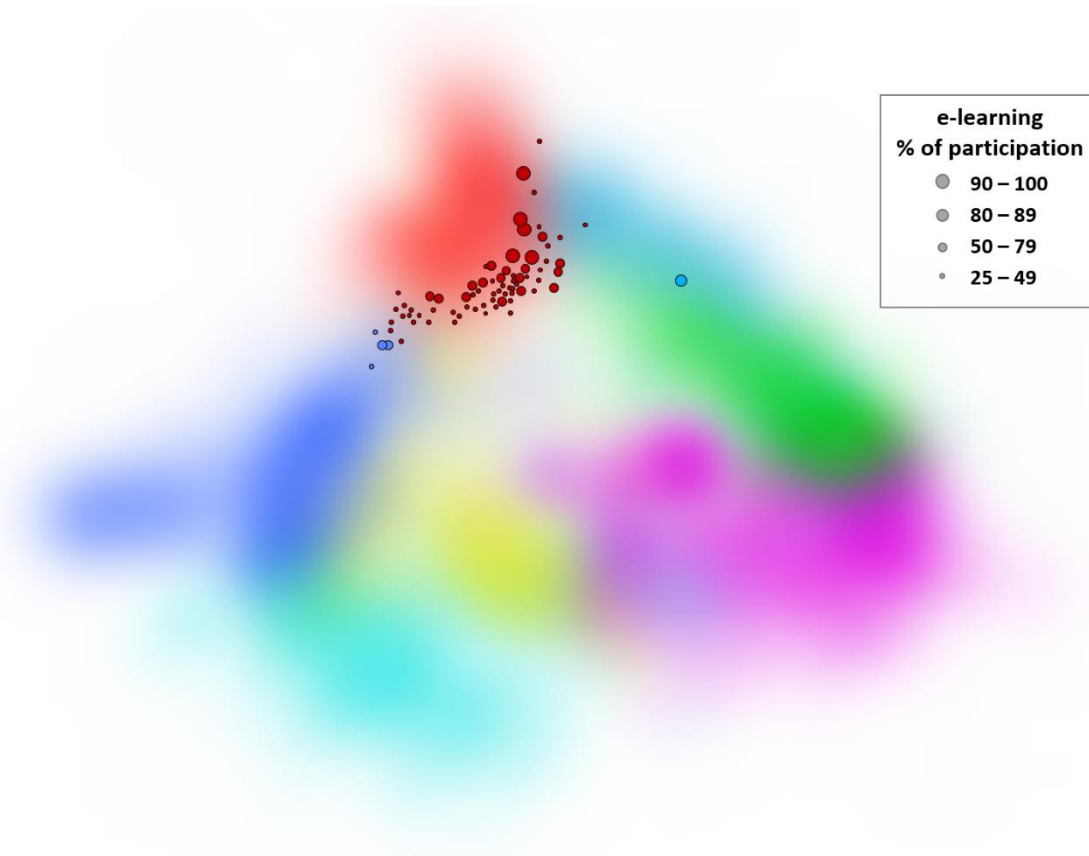


Figure 4. Distribution of publications related to the thematic, using the mapping technique with VOSViewer in its density map configuration. (Source: self-made)

Figure 5 clearly shows the cluster effect that shows a high interrelation of combined indicator (citations, co-citations, coupling). This cohesion is sufficient evidence, in terms of scientific communication, that there is a shared use of publications among researchers of this thematic and determines that e-learning is a distinctive scientific discipline. For there is a network of relationships and interactions that are established between researchers who share structures of thought, patterns of cooperation, language and forms of communication, as Hjørland and Albrechtsen (1995) put it in establishing that science must be evaluated Knowledge of the social practices of scientists.

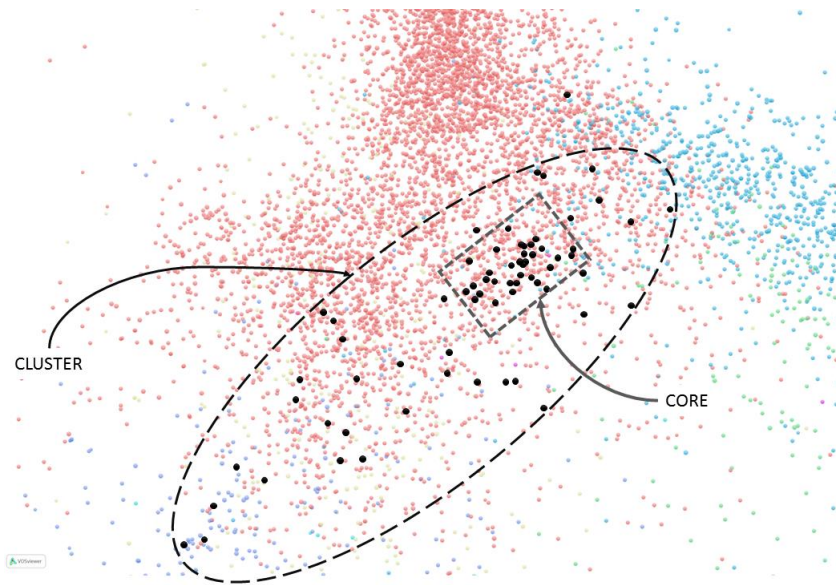


Figure 5. Approximation of the distribution of publications related to the thematic, by map overlay in VOSViewer in its configuration of network map without links. The size of the selected publications has been modified for visual purposes. (Source: self-made)

There is also a core of publications within the cluster, located inside the social sciences area of knowledge. An analysis of the 26 publications in this nucleus shows that these relate mainly to the thematic categories of education (77%), library and information science (19%) and philosophy (4%).

On the other hand, the cluster can be contrasted and validated by categorizing the selected publications into an existing indexing system, for example, SCImago Journal & Country Rank. Figure 6 is the result of an analysis of common categories among the selected publications, plotted using the NodeXL tool with the force-direct visualization algorithm of Fruchterman and Reingold (1991). As can be seen, the strongest relationships are between computer science and social sciences, and then between them and engineering and management sciences.

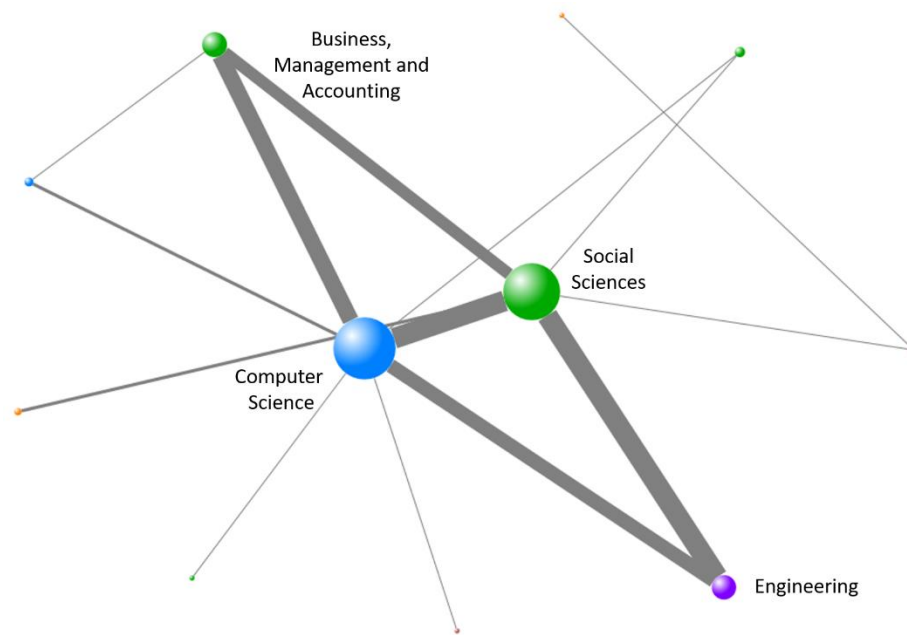


Figure 6. Relationship of thematic categories of the selected publications according to their classification in SCImago Journal & Country Rank. The colors of the categories of the same source were used (Source: self-made)

Although the ratio is inverse, a strong relationship between the social sciences and computer science is coherent and validates the behavior analysis of the core previously made.

In addition to the above, these findings diverge in part from the findings of Chiang, Kuo and Yang (2010) that e-learning is mainly present in social sciences and computer science.

This study shows that there is a set of publications, derived from 64 descriptors related to the e-learning thematic, whose bibliometric analysis places them primarily in social sciences and secondly in the areas of computer science and health professions. These results converge with the conclusions of Hung (2012), who identified a change in the trend of e-learning research, going from the technical to the educational dimension.

Discussion

The bibliometric analysis of the keywords provides an objective approximation in the construction of the set of descriptors, taking the denomination provided by the authors of the scientific production. However, there is an absence of consensus in the scientific community about the descriptors of e-learning since they respond to different approaches given from pedagogy,

technology, and organizations. For this reason, some descriptors present in the academic and commercial discourse may not have been included in this study, as well as other types of publications such as books, editorials, notes or surveys.

On the other hand, the categorization of scientific publications is an arduous and permanent task that is complex to manage from the publication systems, since a publication can vary over time in its central thematic and go to other research fronts without affecting its Initial categorization. This may be one reason why both the co-category analysis performed with the SCImago Journal & Country Rank and the previous categorization studies coincide only in the main areas, social sciences and computer science.

Likewise, this study can be updated under the same methodology as the corpus of articles and publications increases, generating new overlays and finally updating the thematic coverage.

Possible applications

This categorization of e-learning is first, a guide for researchers who wish to know and contribute to the development and strengthening of the discipline, knowing the journals and conference proceedings that comprise it, its impact and other bibliometric indicators. Secondly, it is an input for the development of new studies on the thematic, like georeferencing studies (Guerrero-Bote, Olmeda-Gómez, & Moya-Anegón, 2016), research of countries, institutions and authors and all kinds of bibliometric analysis. Finally, with this thematic categorization, the e-learning category can be included in databases (SCOPUS, WoS) and bibliometric analysis platforms (SCImago Journal & Country Rank) to facilitate access and analysis of publications related to the thematic.

The methodology and tools presented in this study can be used in principle, for the analysis of any other scientific field or possible emergent discipline. However, it is necessary to consider the prerequisites to ensure the verification of the analysis under the global science landscape, these are, access to databases that represent global scientific knowledge or an approximation to it and, standard values for each of the publications to be analyzed.

CONCLUSIONS

Using a combination of bibliometric indicators and analysis techniques, this study has categorized e-learning as an emerging discipline in the world system of scientific publications, consisting of 64 descriptors and 219 journals and congresses indexed by SCOPUS between 2012 and 2014.

According to other studies, the visualization analysis achieved by the map overlay technique clearly exposes a cluster effect of the global production of scientific knowledge in e-learning, that is to say, the existence of a concentration of scientific production with a high degree of cohesion between the indicators of appointments, co-appointments and coupling, which constitute a scientific communication channel of e-learning within the social sciences and with broad and strong bibliometric links between computer science and health professions, being this concentration sufficient evidence to consider the e-learning as an emerging discipline in the world publishing system represented by SCOPUS.

This discipline must be analyzed from its internal structure (both cluster and core) to identify common principles, to define its nature, its detailed thematic correspondence and its main contributions and contributors.

The bibliometric indicators used in this study are an approximation the impact of publication in the scientific community and as such help to solve the problem of lack of consensus on the definition and description of the thematic, providing a set of descriptors that can be increased over time, by including annual scientific production in databases.

Statements

Availability of data and materials. Data related to this research were provided by SCImago Research Group. These are protected by licensing and copyright.

Conflict of interests. Does not apply.

Funding. Does not apply.

Contributions of authors. Primary author: Gerardo Tibaná-Herrera. Analysis and review: María Teresa Fernández-Bajón, Félix de Moya-Anegón.

Acknowledgments. Thanks to SCImago Research Group for providing the production data (NDoc) of the E-learning subject category.

References

- Boyack, K. (2008). Using detailed maps of science to identify potential collaborations. *Scientometrics*, 79(1), 27-44. doi:<https://doi.org/10.1007/s11192-009-0402-6>
- Chan, H. C., Guness, V., & Kim, H. W. (2015). A method for identifying journals in a discipline: An application to information systems. *Information & Management*, 52(2), 239-246. doi:<https://doi.org/10.1016/j.im.2014.11.003>
- Chiang, J., Kuo, C., & Yang, Y. (2010). A bibliometric study of e-learning literature on SSCI database. (S. B. Heidelberg, Ed.) *International Conference on Technologies for E-Learning and Digital Entertainment*, 145-155. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-642-14533-9_15
- Cobo, M. J., López, A. G., Herrera, E., & Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the fuzzy sets theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1), 146-166. doi:<https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002>
- Conole, G., & Oliver, M. (2006). *Contemporary perspectives in e-learning research: Themes, methods and impact on practice*. Routledge. doi:<https://doi.org/10.4324/9780203966266>
- Diem, A., & Wolter, S. C. (2013). The Use of Bibliometrics to Measure Research Performance in Education Sciences. *Research in Higher Education*, 54(1), 86-114. doi:<https://doi.org/10.1007/s11162-012-9264-5>
- Fernández, L., Bote, V., & Moya-Anegón, F. (2013). Analysis of the Spanish scientific production in renewable energy, Sustainability and the Environment (Scopus, 2003-2009) in the global context. *Investigacion Bibliotecologica*, 27(60), 125-151. doi:[https://doi.org/10.1016/S0187-358X\(13\)72546-2](https://doi.org/10.1016/S0187-358X(13)72546-2)
- Freire, P. (2008). *Contribuciones para la pedagogía*. Buenos Aires: CLACSO. Retrieved from <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/campus/freire/>
- Fruchterman, T. M., & Reingold, E. M. (1991). Graph drawing by force-directed placement. *Software: Practice and experience*, 21(11), 1129-1164. doi:<https://doi.org/10.1002/spe.4380211102>
- Fuller, B. (1962). *Education Automation: Freeing the Scholar to Return to His Studies*. London and Amsterdam: SOUTHERN ILLINOIS UNIVERSITY PRESS.
- González, C. L., Pacheco, J., & Arencibia, R. (2016). A review of altmetrics as an emerging discipline for research evaluation. *Learned Publishing*, 29(4), 229-238. doi:<https://doi.org/10.1002/leap.1043>
- González, C. L., Saroil, D., & Sánchez, Y. (2015). Scientific production on e-learning in Latin America, a

- preliminary study from SciELO database. *Revista Cubana de Educacion Medica Superior*, 29(1), 155-165.
doi:<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.1416304.v1>
- Guerrero-Bote, V., Olmeda-Gómez, C., & Moya-Anegón, F. (2016). The food science georeferenced. A bibliometric approach at institutional level. *El profesional de la información*, 25(1).
doi:<https://doi.org/10.3145/epi.2016.ene.04>
- Guzmán, M. V., & Trujillo, J. L. (2013). Los mapas bibliométricos o mapas de la ciencia: una herramienta útil para desarrollar estudios métricos de información. *Biblioteca Universitaria*, 16(2). Retrieved from
<http://revistas.unam.mx/index.php/rbu/article/view/43851>
- Hassan, Y., Guerrero, V., & Moya-Anegón, F. (2014). GRAPHICAL INTERFACE OF THE SCIMAGO JOURNAL AND COUNTRY RANK: AN INTERACTIVE APPROACH TO ACCESSING BIBLIOMETRIC INFORMATION. *El profesional de la información*, 23(3). doi:<https://doi.org/10.3145/epi.2014.may.07>
- Hjørland, B., & Albrechtsen, H. (1995). Toward a new horizon in information science: Domain-analysis. *Journal of the American Society for Information Science*, 46(6), 400-425. doi:[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(199507\)46:6<400::AID-ASI2>3.0.CO;2-Y](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(199507)46:6<400::AID-ASI2>3.0.CO;2-Y)
- Hsiao, C. H., Tang, K. Y., & Liu, J. S. (2015). Citation-based analysis of literature: a case study of technology acceptance research. *Scientometrics*, 105(2), 1091-1110. doi:<https://doi.org/10.1007/s11192-015-1749-5>
- Hung, J. -L. (2012). Trends of e-learning research from 2000 to 2008: Use of text mining and bibliometrics. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), 5-16. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01144.x>
- Khan, M. S., Ebner, M., & Maurer, H. (2009). Trends Discovery in the Field of E-Learning with Visualization. *Proceedings of ED-MEDIA 2009 - World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications*, 4408-4413.
- Lee, M., Wu, Y., & Tsai, C. (2009). Research trends in science education from 2003 to 2007: A content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 31(15), 1999-2020.
doi:<https://doi.org/10.1080/09500690802314876>
- Leydesdorff, L., Moya-Anegón, F., & Guerrero, V. (2010). Journal maps on the basis of scopus data: A comparison with the journal citation reports of the ISI. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(2), 352-369. doi:<https://doi.org/10.1002/asi.21250>
- Leydesdorff, L., Moya-Anegón, F., & Guerrero, V. (2015). Journal Maps, Interactive Overlays, and the Measurement of Interdisciplinarity on the Basis of Scopus Data (1996-2012). *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66(5), 1001-1016. doi:<https://doi.org/10.1002/asi.23243>
- Liu, G., Wu, N., & Chen, Y. (2013). Identifying emerging trends for implementing learning technology in special education: A state-of-the-art review of selected articles published in 2008–2012. *Research in Developmental Disabilities*, 34(10), 3618-3628. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.07.007>
- Lowry, P. B., Humpherys, S. L., Malwitz, J., & Nix, J. (2007). A scientometric study of the perceived quality of business and technical communication journals. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 50(4), 352-378. doi:<https://doi.org/10.1109/TPC.2007.908733>
- Madhugiri, V. S., Ambekar, S., Strom, S. F., & Nanda, A. (2013). A technique to identify core journals for neurosurgery using citation scatter analysis and the Bradford distribution across neurosurgery journals: A

- review. *Journal of neurosurgery*, 119(5), 1274-1287. doi:<https://doi.org/10.3171/2013.8.JNS122379>
- Maurer, H., & Khan, M. S. (2010). Research trends in the field of e-learning from 2003 to 2008: A scientometric and content analysis for selected journals and conferences using visualization. *Interactive Technology and Smart Education*, 7(1), 5-18. doi:<https://doi.org/10.1108/17415651011031617>
- Moya-Anegón, F., Vargas, F., Herrero, V., Chinchilla, Z., Corera, E., & Muñoz, F. (2004). A new technique for building maps of large scientific domains based on the cocitation of classes and categories. *Scientometrics*, 61(1), 129-145. doi:<https://doi.org/10.1023/B:SCIE.0000037368.31217.34>
- Munoz-Ecija, T., Vargas-Quesada, B., Chinchilla-Rodríguez, Z., Gómez-Nuñez, A. J., & Moya-Anegón, F. (2013). Nanoscience and nanotechnology in scopus: Journal identification and visualization. *Proceedings of ISSI 2013 - 14th International Society of Scientometrics and Informetrics Conference*, 2, pp. 2061-2063. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10261/89292>
- Nicholson, P. (2007). A History of E-Learning: Echoes of the pioneers. In *Computers and Education: E-Learning, From Theory to Practice* (pp. 1-11). doi:https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4914-9_1
- Rafols, I., Porter, A. L., & Leydesdorff, L. (2010). Science overlay maps: A new tool for research policy and library management. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 61(9), 1871-1887. doi:<https://doi.org/10.1002/asi.21368>
- Schaltegger, S., Gibassier, D., & Zvezdov, D. (2013). Is environmental management accounting a discipline? A bibliometric literature review. *Meditari Accountancy Research*, 21(1), 4-31. doi:<https://doi.org/10.1108/MEDAR-12-2012-0039>
- Shih, M., Feng, J., & Tsai, C. (2008). Research and trends in the field of e-learning from 2001 to 2005: A content analysis of cognitive studies in selected journals. *Computers and Education*, 51(2), 955-967. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.10.004>
- Small, H. (2006). Tracking and predicting growth areas in science. *Scientometrics*, 68(3), 595-610. doi:<https://doi.org/10.1007/s11192-006-0132-y>
- Stockley, D. (2006). *Derek Stockley*. Retrieved 12 17, 2016, from E-learning definition: <http://derekstockley.com.au/elearning-definition.html>
- Suárez, C. (2010). E-learning as an object of study. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 7(2). Retrieved from <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v7n2-suarez/v7n2-suarez-eng>
- Tai, C., Lee, C., & Lee, Y. (2013). Research trends in the field of e-learning quality, 2003-2012: A citation analysis. *Proceedings - 19th ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design, RQD 2013*, 309-313.
- Taylor, E. W. (2001). Adult Education Quarterly From 1989 To 1999: A Content Analysis of All Submissions. *Adult Education Quarterly*, 51(4), 322-340. doi:<https://doi.org/10.1177/07417130122087322>
- Tick, A. (2006). The Choice of eLearning or Blended Learning in Higher Education. *4th Serbian-Hungarian joint Symposium on Intelligent Systems*, 441-449.
- UNESCO. (2013). *Enfoques estratégicos de las TICS en educación en América Latina y el Caribe*. (OREALC, Ed.) Retrieved 11 30, 2016, from UNESCO: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/images/ticsesp.pdf>

- Valenzuela, L. F., Linares, M. C., & Suárez, Y. M. (2015). Una aproximación teórica y bibliométrica a la Responsabilidad Social Empresarial (1971-2015): Análisis mundial, latinoamericano y colombiano. *Revista Lúmina*, 16. Retrieved from <http://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/Lumina/article/view/1673>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. doi:<https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2014). Visualizing bibliometric networks. *Measuring scholarly impact*, 285-320. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8_13
- Waltman, L., van Eck, N. J., & Noyons, E. C. (2010). A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. *Journal of Informetrics*, 4(4), 629-635. doi:<https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.07.002>

Annexes

Annex 1 – List of e-learning descriptors ordered by occurrence

1. e-learning
 - elearning
 - electronic learning
2. LMS
 - Learning Management System
3. b-learning
 - blearning
 - blended learning
4. online learning
5. Moodle
6. m-learning
 - mlearning
 - mobile learning
7. ICT
 - Information and Communication Technologies
8. learning objects
9. technology acceptance model
10. e-learning platform
11. adaptive learning
12. e-assessment
 - eassessment
 - electronic assessment
13. web-based learning

14. virtual learning environments
 - VLE
15. adult learning
16. informal learning
17. instructional design
18. SCORM
19. augmented reality
20. educational technology
21. intelligent tutoring systems
22. remote laboratory
23. simulation
24. learning analytics
25. learning environments
26. e-learning 2.0
27. teaching and learning
28. interactive learning environments
29. learning design
30. social learning
31. educational data mining
32. Gamification
33. metadata
34. MOOC
 - Massive Open Online Courses
35. lifelong learning
36. virtual classroom
37. learning methods
38. personal learning environments
 - PLE
39. Labview
40. adaptive e-learning systems
41. computer-based learning
42. virtual learning
43. information literacy
44. game-based learning
45. interactive learning
46. virtual reality
47. personalized learning

48. recommender systems
49. blackboard
50. continuing education
51. virtual laboratories

Annex 2 – List of publications considered for the categorization of the e-learning discipline ordered by alphabetical

JOURNALS (82)

- Adult Education Quarterly
- Australasian Journal of Educational Technology (CORE)
- Australian Educational Computing (CORE)
- Australian Journal of Adult Learning
- British Journal of Educational Technology (CORE)
- CEBE Transactions
- College and Undergraduate Libraries
- Communications in Information Literacy (CORE)
- Community and Junior College Libraries
- Computers and Education (CORE)
- Distance Education
- Education and Information Technologies (CORE)
- Educational Technology and Society
- Electronic Government
- Electronic Journal of e-Learning (CORE)
- Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries
- Encyclopaedia
- Government Information Quarterly
- Human IT
- IEEE Transactions on Learning Technologies
- Information Technology for Development
- Interactive Learning Environments (CORE)
- Interactive Technology and Smart Education (CORE)
- International Information and Library Review
- International Journal of Artificial Intelligence in Education
- International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning

- International Journal of Distance Education Technologies (CORE)
- International Journal of E-Adoption
- International Journal of Educational Technology in Higher Education
- International Journal of Electronic Finance
- International Journal of Electronic Government Research
- International Journal of Emerging Technologies in Learning
- International Journal of Game-Based Learning
- International Journal of Information and Communication Technology Education (CORE)
- International Journal of Interactive Mobile Technologies
- International Journal of Learning Technology
- International Journal of Lifelong Education
- International Journal of Metadata, Semantics and Ontologies
- International Journal of Mobile and Blended Learning (CORE)
- International Journal of Mobile Learning and Organisation
- International Journal of Online Engineering
- International Journal of Services, Technology and Management
- International Journal of Technologies in Learning (CORE)
- International Journal of Technology Enhanced Learning
- International Journal of Virtual and Personal Learning Environments
- International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies
- International Review of Education
- International Review of Research in Open and Distance Learning (CORE)
- Internet and Higher Education (CORE)
- Internet Reference Services Quarterly (CORE)
- ITALICS Innovations in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences
- Journal of Asynchronous Learning Network
- Journal of Business and Finance Librarianship (CORE)
- Journal of Computer Assisted Learning (CORE)
- Journal of Continuing Education in the Health Professions
- Journal of Digital Information
- Journal of Educators Online
- Journal of E-Learning and Knowledge Society (CORE)
- Journal of Global Information Management
- Journal of Global Information Technology Management
- Journal of Information Literacy
- Journal of Information Systems Education

- Journal of Information Technology Education: Research (CORE)
- Journal of Information, Communication and Ethics in Society (CORE)
- Journal of Interactive Online Learning (CORE)
- Journal of Library and Information Services in Distance Learning (CORE)
- Journal of Library Metadata
- Journal of Research and Practice in Information Technology
- Knowledge Management and E-Learning
- Learning Environments Research
- Medical Physiology Online
- Multicultural Education and Technology Journal
- New Review of Academic Librarianship (CORE)
- Nordic Journal of Digital Literacy
- Open Learning
- Pakistan Journal of Library and Information Science
- Reference Services Review (CORE)
- Revista Espanola de Linguistica Aplicada
- Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje
- Transforming Government: People, Process and Policy
- Turkish Online Journal of Educational Technology (CORE)
- Ubiquitous Learning

CONFERENCE PROCEEDINGS (137)

- 11th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality 2012 - Arts, Media, and Humanities Papers, ISMAR-AMH 2012
- 11th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age, CELDA 2014
- 15th International Conference on Intelligent Games and Simulation, GAME-ON 2014
- 2012 2nd International Workshop on Games and Software Engineering: Realizing User Engagement with Game Engineering Techniques, GAS 2012 - Proceedings
- 2012 3rd International Workshop on Recommendation Systems for Software Engineering, RSSE 2012 - Proceedings
- 2012 9th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, REV 2012
- 2012 e-Leadership Conference on Sustainable e-Government and e- Business Innovations, E-LEADERSHIP 2012
- 2012 IEEE Symposium on E-Learning, E-Management and E-Services, IS3e 2012
- 2012 International Conference on Education and e-Learning Innovations, ICEELI 2012

- 2012 International Conference on E-Learning and E-Technologies in Education, ICEEE 2012
- 2012 International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET 2012
- 2012 International Conference on Interactive Mobile and Computer Aided Learning, IMCL 2012
- 2012 International Symposium on Computers in Education, SIIE 2012
- 2013 10th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, REV 2013
- 2013 1st Workshop on Virtual and Augmented Assistive Technology, VAAT 2013; Co-located with the 2013 Virtual Reality Conference - Proceedings
- 2013 2nd International Conference on E-Learning and E-Technologies in Education, ICEEE 2013
- 2013 5th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications, VS-GAMES 2013
- 2013 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services, IC3e 2013
- 2013 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality - Arts, Media, and Humanities, ISMAR-AMH 2013
- 2013 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR 2013
- 2013 International Conference on Computer Graphics, Visualization, Computer Vision, and Game Technology, VisioGame 2013
- 2013 IST-Africa Conference and Exhibition, IST-Africa 2013
- 2014 11th International Conference and Expo on Emerging Technologies for a Smarter World, CEWIT 2014
- 2014 1st International Conference on eDemocracy and eGovernment, ICEDEG 2014
- 2014 6th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications, VS-GAMES 2014
- 2014 International Symposium on Computers in Education, SIIE 2014
- 2014 IST-Africa Conference and Exhibition, IST-Africa 2014
- 22nd International Symposium on Human Factors in Telecommunication, HFT 2013
- 22nd Italian Symposium on Advanced Database Systems, SEBD 2014
- 26th Bled eConference - eInnovations: Challenges and Impacts for Individuals, Organizations and Society, Proceedings
- 27th Bled eConference: eEcosystems - Proceedings
- 30th Annual conference on Australian Society for Computers in Learning in Tertiary Education, ASCILITE 2013
- 3rd International Conference on Advances in New Technologies, Interactive Interfaces and Communicability, ADNTIIC 2012: Design, E-Commerce, E-Learning, E-Health, E-Tourism, Web 2.0 and Web 3.0
- 3rd International Conference on eLearning and eTeaching, ICeLeT 2012
- 4th International Conference on e-Learning and e-Teaching, ICELET 2013
- 7th European Conference on Games Based Learning, ECGBL 2013
- 7th European Conference on Information Management and Evaluation, ECIME 2013
- ASCILITE 2012 - Annual conference of the Australian Society for Computers in Tertiary Education
- Conference Proceedings - 2013 2nd National Conference on Information Assurance, NCIA 2013

- CSEDU 2012 - Proceedings of the 4th International Conference on Computer Supported Education
- CSEDU 2013 - Proceedings of the 5th International Conference on Computer Supported Education
- CSEDU 2014 - Proceedings of the 6th International Conference on Computer Supported Education
- DCNET 2014 - Proceedings of the 5th International Conference on Data Communication Networking, Part of ICETE 2014 - 11th International Joint Conference on e-Business and Telecommunications
- Doctoral Student Consortia - Proceedings of the 21st International Conference on Computers in Education, ICCE 2013
- Doctoral Student Consortium (DSC) - Proceedings of the 22nd International Conference on Computers in Education, ICCE 2014
- Doctoral Student Consortium Proceedings of the 20th International Conference on Computers in Education, ICCE 2012
- eLmL - International Conference on Mobile, Hybrid, and On-line Learning
- ELPUB 2012 - Social Shaping of Digital Publishing: Exploring the Interplay Between Culture and Technology, 16th International Conference on Electronic Publishing
- EUROMEDIA 2012 - 17th Annual Scientific Conference on Web Technology, New Media Communications and Telematics Theory Methods, Tools and Applications
- European Conference on Optical Communication, ECOC
- IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age, CELDA 2012
- IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age, CELDA 2013
- IASTED Multiconferences - Proceedings of the IASTED International Conference on Web-Based Education, WBE 2013
- IC3e 2014 - 2014 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services
- ICETA 2012 - 10th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, Proceedings
- ICETA 2013 - 11th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, Proceedings
- ICT for Sustainability 2014, ICT4S 2014
- IDIMT 2012 - ICT Support for Complex Systems, 20th Interdisciplinary Information Management Talks
- IDIMT 2014: Networking Societies - Cooperation and Conflict, 22nd Interdisciplinary Information Management Talks
- IMSCI 2012 - 6th International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics, Proceedings
- International Telecommunication Union - Proceedings of the 2013 ITU Kaleidoscope Academic Conference: Building Sustainable Communities, K 2013
- ISMAR 2012 - 11th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality 2012, Science and Technology Papers
- ISMAR 2014 - IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality - Media, Arts, Social Science, Humanities and Design 2014, Proceedings

- ITiCSE-WGR 2013 - Proceedings of the ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education
- ITiCSE-WGR 2014 - Working Group Reports of the 2014 Innovation and Technology in Computer Science Education Conference
- L@S 2014 - Proceedings of the 1st ACM Conference on Learning at Scale
- LocalPeMA'12 - Proceedings of the 2012 RecSys Workshop on Personalizing the Local Mobile Experience
- Management and Technology in Knowledge, Service, Tourism and Hospitality - Proc. of the Annual Int. Conf. on Management and Technology in Knowledge, Service, Tourism and Hospitality 2013, SERVE 2013
- MARS 2014 - Proceedings of the 2014 Workshop for Mobile Augmented Reality and Robotic Technology-Based Systems, Co-located with MobiSys 2014
- MCS 2013 - Proceedings of the 4th ACM Workshop on Mobile Cloud Computing and Services
- Mining the Digital Information Networks - Proceedings of the 17th International Conference on Electronic Publishing, ELPUB 2013
- MLA 2014 - Proceedings of the 2014 ACM Multimodal Learning Analytics Workshop and Grand Challenge, Co-located with ICMI 2014
- PATCH 2012 - Proceedings of the 2012 ACM Workshop on Personalized Access to Cultural Heritage, Co-located with ACM Multimedia 2012
- Proc. of the 6th Int. Workshop on SAME 2013 - Workshop Defining the Research Agenda for Inf. Management and Systems Supporting Sustainable Communities with Smart Media and Automated Systems
- Proceedings - 10th International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing, C5 2012
- Proceedings - 2012 14th Symposium on Virtual and Augmented Reality, SVR 2012
- Proceedings - 2012 6th IEEE International Conference on E-Learning in Industrial Electronics, ICELIE 2012
- Proceedings - 2012 IEEE 4th International Conference on Technology for Education, T4E 2012
- Proceedings - 2012 IEEE International Conference on Technology Enhanced Education, ICTEE 2012
- Proceedings - 2012 International Symposium on Ubiquitous Virtual Reality, ISUVR 2012
- Proceedings - 2012 Technologies Applied to Electronics Teaching, TAEE 2012
- Proceedings - 2013 15th Symposium on Virtual and Augmented Reality, SVR 2013
- Proceedings - 2013 2nd Experiment@ International Conference, exp.at 2013
- Proceedings - 2013 4th International Conference on e-Learning Best Practices in Management, Design and Development of e-Courses: Standards of Excellence and Creativity, ECONF 2013
- Proceedings - 2013 7th IEEE International Conference on e-Learning in Industrial Electronics, ICELIE 2013
- Proceedings - 2013 IEEE 5th International Conference on Technology for Education, T4E 2013
- Proceedings - 2014 16th Symposium on Virtual and Augmented Reality, SVR 2014
- Proceedings - 2014 International Conference of Educational Innovation Through Technology, EITT 2014
- Proceedings - 2014 International Conference on Interactive Technologies and Games, iTAG 2014

- Proceedings - 6th International Conference on Multimedia, Computer Graphics and Broadcasting, MulGraB 2014
- Proceedings - CSERC 2014: Computer Science Education Research Conference
- Proceedings - IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2014
- Proceedings - VRCAI 2012: 11th ACM SIGGRAPH International Conference on Virtual-Reality Continuum and Its Applications in Industry
- Proceedings 2012 17th IEEE International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education, WMUTE 2012
- Proceedings 2012 4th IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning, DIGITEL 2012
- Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering, TALE 2013
- Proceedings of 2014 11th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, REV 2014
- Proceedings of 23rd International Conference on Artificial Reality and Telexistence, ICAT 2013
- Proceedings of 2nd Computer Science Education Research Conference, CSERC 2012
- Proceedings of IDEE 2013: 2nd International Workshop on Interaction Design in Educational Environments - In Conjunction with the 15th Int. Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS 2013
- Proceedings of PDSW 2014: 9th Parallel Data Storage Workshop - Held in Conjunction with SC 2014: The International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis
- Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2012
- Proceedings of the 1st International Workshop on Interaction Design in Educational Environments, IDEE 2012, in Conjunction with ICEIS 2012
- Proceedings of the 2012 IEEE Conference on Technology and Society in Asia, T and SA 2012
- Proceedings of the 2012 IEEE Latin America Conference on Cloud Computing and Communications, LatinCloud 2012
- Proceedings of the 2013 IEEE 63rd Annual Conference International Council for Education Media, ICEM 2013
- Proceedings of the 2013 IEEE International Conference in MOOC, Innovation and Technology in Education, MITE 2013
- Proceedings of the 2013 Information Security Curriculum Development Conference, InfoSec CD 2013
- Proceedings of the 2014 IEEE International Conference on MOOCs, Innovation and Technology in Education, IEEE MITE 2014
- Proceedings of the 2014 ITU Kaleidoscope Academic Conference: Living in a Converged World - Impossible Without Standards?, K 2014
- Proceedings of the 3rd Narrative and Hypertext Workshop Held at the ACM Conference on Hypertext and Social Media, NHT 2013
- Proceedings of the 4th International Workshop on Modeling Social Media: Mining, Modeling and

Recommending 'Things' in Social Media, MSM 2013

- Proceedings of the 7th European Workshop on System Security, EuroSec 2014
- Proceedings of the 8th International Conference on Standardization and Innovation in Information Technology, SIIT 2013
- Proceedings of the AIS SIG-ED IAIM 2013 Conference
- Proceedings of the European Conference on e-Government, ECEG
- Proceedings of the European Conference on e-Learning, ECEL
- Proceedings of the European Conference on Games-based Learning
- Proceedings of the IADIS International Conference e-Learning 2012
- Proceedings of the IADIS International Conference ICT, Society and Human Beings 2012, Proceedings of the IADIS International Conference e-Commerce 2012
- Proceedings of the IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education, CATE 2014
- Proceedings of the IASTED International Conference on Software Engineering, SE 2012
- Proceedings of the International Conference e-Learning 2013
- Proceedings of the International Conference e-Learning 2014 - Part of the Multi Conference on Computer Science and Information Systems, MCCSIS 2014
- Proceedings of the International Conference on Dublin Core and Metadata Applications
- Proceedings of the International Conference on e-Learning, ICEL
- Proceedings of XI Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electronica (Technologies Applied to Electronics Teaching), TAEE 2014
- RecSys 2013 - Proceedings of the 7th ACM Conference on Recommender Systems
- RecSys 2014 - Proceedings of the 8th ACM Conference on Recommender Systems
- RecSys'12 - Proceedings of the 6th ACM Conference on Recommender Systems
- RINA, Royal Institution of Naval Architects - Education and Professional Development of Engineers in the Maritime Industry, Papers
- SIGGRAPH Asia 2012 Symposium on Apps, SA 2012
- SIGGRAPH Asia 2013 Symposium on Mobile Graphics and Interactive Applications, SA 2013
- UBICOMM 2013 - 7th International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies
- UXeLATE 2012 - Proceedings of the 2012 ACM International Workshop on User Experience in e-Learning and Augmented Technologies in Education, Co-located with ACM Multimedia 2012
- WISMM 2014 - Proceedings of the 1st International Workshop on Internet-Scale Multimedia Management, Workshop of MM 2014
- Work-in-Progress Poster (WIPP) Proceedings of the 21st International Conference on Computers in Education, ICCE 2013

5.3 Artículo 2 - *Global analysis of the E-learning scientific domain: a declining category?*

Gerardo Tibaná-Herrera, María Teresa Fernández-Bajón, Félix de Moya-Anegón

Publicado en:

Scientometrics

Referencia:

Tibaná-Herrera, G., Fernández-Bajón, M.T. & de Moya-Anegón, F. *Scientometrics* (2018) 114: 675. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2592-7>

Título: Análisis mundial del dominio científico del E-learning: ¿Una categoría en descenso?

Resumen: La producción científica en E-learning tiene una tasa de crecimiento anual promedio de 16% que junto al 3,9% de incremento anual en el número de estudiantes virtuales a nivel mundial presentan un panorama muy favorable de la categoría. Sin embargo, el crecimiento en la producción científica no es constante. El objetivo de este trabajo fue analizar el comportamiento de la producción científica en E-learning desde una perspectiva bibliométrica en el periodo 2003-2015, para identificar su evolución en relación con otras áreas de conocimiento. La metodología empleada comparó la producción en E-learning frente a la producción mundial, a la producción por regiones y bloques de países y a la producción de las áreas de conocimiento relacionadas. Con estos resultados se generó una visualización en VOSViewer bajo la técnica *overlay mapping* para identificar la dinámica de las 81 revistas científicas existentes en la categoría. Este análisis determinó que el crecimiento en la producción en E-learning se debe a la contribución de las revistas en Ciencias Sociales y que el descenso durante los años 2013-2015 se debe principalmente a que las Ciencias Computacionales han disminuido su aporte en Actas de conferencias y Revisiones. Como conclusión, el E-learning se encuentra en descenso, ya que el crecimiento brindado por las Ciencias sociales no es suficiente para contrarrestar la disminución en el aporte

de las Ciencias computacionales. El método utilizado en este estudio es una contribución a las técnicas bibliométricas para explicar el comportamiento de la producción científica en determinada área de conocimiento.

Global analysis of the E-learning scientific domain: A declining category?

Gerardo Tibaná-Herrera⁷⁹, María Teresa Fernández-Bajón⁸⁰, Félix de Moya-Anegón⁸¹

ABSTRACT

The scientific production in E-learning has an average annual growth rate of 16%, which along with the 3.9% annual increase in the number of virtual students worldwide present a very favorable prospect for the category. However, the growth in scientific production is not constant. The objective of this work was to analyze the behavior of scientific production in E-learning from a bibliometric perspective in the 2003-2015 period, to identify its evolution in relation to other areas of knowledge. The methodology used compared production in E-learning versus world production, production by regions and blocks of countries and production of related areas of knowledge. With these results, a visualization was generated in VOSViewer under the overlay mapping technique to identify the dynamics of the 81 existing scientific journals in the category. This analysis determined that the growth in production in E-learning is due to the contribution of the journals in Social Sciences and that the decrease during the years 2013-2015 is mainly due to the fact that Computer Science have decreased their contribution in conference papers and reviews. In conclusion, E-learning is on the decline, since the growth offered by the Social Sciences is not enough to counteract the decline in the contribution of Computer Science. The method used in this study is a contribution to bibliometric techniques to explain the behavior of scientific production in a certain area of knowledge.

Keywords: E-learning, bibliometric, global analysis, scientific production, SCOPUS, SCImago

INTRODUCTION

⁷⁹ Complutense University of Madrid. PhD Library Science Program. gtibana@ucm.es
SCImago Research Group. gerardo.tibana@scimago.es

⁸⁰ Complutense University of Madrid. Department of Library and Information Science. mfernandez@ucm.es

⁸¹ SCImago Research Group. felix.moya@scimago.es

Since it entered the world stage, E-learning has been considered as one of the elements of social and educational transformation. The United Nations has stated that, to ensure inclusive and quality education for all and promote lifelong learning, sustainable development goals "by 2020, substantially expand globally the number of scholarships available to developing countries, for enrolment in higher education, including information and communications technology", with the percentage of young people and adults with ICT skills (United Nations, 2016) as the indicator. For its part, the OECD has the employability rate of trained adults. In this case, in the member countries of this body this indicator is at 88% for those who graduated in ICT (OECD, 2017), also promoting educational innovation with technology as a necessary element to achieve quality educational results (OECD, 2017).

Against this, since 2010 there has been an increase in enrollment in virtual programs at the tertiary level, with an annual growth rate of 3.9%. In the United States, 1 of 4 students have taken a virtual course, reaching in 2016 the figure of 6 million students who have had academic experience in virtual learning environments, and in higher education the learning outcomes obtained under this modality are 70% equal to or higher than classroom education (Allen & Seaman, 2016). This puts pressure on the education system in the offer of new virtual programs that is already suffering a drop-in student in tertiary education on campus of 5% per year (Allen & Seaman, 2017).

Massive Open Online Courses are also contributing to the increase of students with academic experience in virtual learning environments, reporting in 2016 more than 58 million students worldwide (Shah, 2016) and with contributions in courses of more than 700 universities, especially in America, Europe and Asia. Although this is a very promising scenario, there is evidence that E-learning is including new fields of action not necessarily linked to formal or non-formal education. For example, according to the Global Learning Technology Investment Patterns (Adkins, 2017), the investment has focused on 8 specific products: Self-paced learning (courseware), Digital Reference-ware, Collaboration-based learning, Simulation-based learning, Game-based learning, Cognitive learning, Mobile learning and Robotic tutors, representing more than \$75 billion. This report also shows that the most benefited sector from investments has been primary consumers, followed by companies and schools (K-12) and lastly the Higher Education sector.

We found then a very determined commitment of the universities to participate in MOOC, with the investment directed to the consumer and the business sector, with results that demonstrate its effectiveness in the learning process. Therefore, we can call this evidence as a social growth of E-learning.

Now, how is this social growth of E-learning reflected in the world scientific production of the category?

As a research area, Conole and Oliver (2006) determined that E-learning, since it has a growing scientific community that has verifiable scientific production, was in an "emerging" state within its proposal to develop knowledge areas. Regarding scientific production in E-learning, some researchers have conducted studies to determine the research fronts of the category. Shih and others (2008) began reviewing 5 journals, Maurer and Khan (2010) also reviewed 5 journals and 2 conference proceedings, Chiang, Kuo and Yang (2010) focused on 7 journals to identify their thematic relationships with other areas of knowledge and Hung (2012) analyzed 689 articles to determine the research fronts of the category. On the other hand, Tibaná-Herrera, Fernández-Bajón and Moya-Anegón (2017) categorized E-learning, using the combination of the bibliometric approach with visualization techniques to determine the existence of a set of 218 scientific publications that present a high degree of cohesion between bibliometric indicators of citation, co-citation and coupling on the subject, of which 137 are conference proceedings and 81 are journals, representing 34,345 articles in the period 2003-2015.

In light of this new categorization that highlights the need for a new revision of bibliometric indicators, this paper aims to analyze in detail the evolution of the scientific production of the E-learning category to establish if there is a relationship between its social growth and its scientific production, and then determine if the subject category has matured sufficiently to move from an "emerging" state to a "diversified" one, for which it requires the consolidation of different schools of thought and alignment with other areas of knowledge already established (Conole & Oliver, 2006).

The indicator of scientific production is the number of documents that can be cited (NDoc). This has been used as a unit of analysis in research work at different levels, for example, global studies on environmental issues (Jingqing, Zhen, Beibei, & Song, 2015), drinking water (Fu, Wang, & Ho, 2013), the microRNA (Mallik & Mandal, 2014). At the country level, it has been used to study

influenza in Mexico (Castillo-Pérez, Muñoz-Valera, García-Gómez, & Mejía-Aranguré, 2015), science and technology in Singapore (Rana, 2012).

In addition, bibliometric analysis of scientific production can be complemented with visualization techniques. Leydesdorff et al. (2017) propose visualization by knowledge maps as an instrument to provide new interpretations of the data from the direct comparison of various variables (e.g., countries and areas of knowledge) by orienting their differences in terms of strengths and weaknesses (Leydesdorff, Kogler, & Yan, 2017). Another technique used in conjunction with the bibliometric analysis is mapping overlay to chart scientific fields (Waaijer, van Bochove, & van Eck, 2011).

MATERIALS AND METHODS

The data to answer the raised question were obtained from the SCImago Journal and Country Rank - SJR (SCImago, 2007), a platform developed by SCImago Research Group⁸² based on data from scientific publications in the SCOPUS database during the period 2003-2015.

"Scopus is the largest abstract and citation database of peer-reviewed research literature including: Over 21,500 titles, with 4,200 Open Access journals from more than 5,000 international publishers" (Elsevier, 2017)

In SJR the scientific production is classified in 27 subject areas and 313 subject categories (SCImago, 2007). For this study, the primary literature was used (Romo-Fernández, Guerrero-Bote, & Moya-Anegón, 2013). The methodology prompts the analysis of data with different levels of granularity, starting with the world scientific production, then the scientific production grouped by blocks of countries and regions, finally, the scientific production of the 5 knowledge areas related to E-learning, according to the SCOPUS query on the term "E-learning". The indicator used to make the comparisons and the analysis was the number of documents published in SCOPUS (NDoc).

⁸² www.scimagolab.com

E-learning evolution comparison in relation to the world scientific production. To know the behavior of the category in front of the world scientific publication trend (Guerrero-Bote & Moya-Anegón, 2015).

E-learning evolution comparison versus the scientific production of the main blocks of countries. In order to visualize in a different way, the production in E-learning present in different groups of countries and regions (Falagas, Papastamataki, & Bliziotis, 2006), these are: OECD member countries, the European Union, BRIICS countries (Brazil, Russia, India, Indonesia, China and South Africa), Eastern and Western Europe, Asia, Middle East, the Pacific region, Northern America, Latin America and Africa.

E-learning evolution comparison with related knowledge areas. To know the contribution of the different knowledge areas with which E-learning is related, we need to measure the NDoc in scientific communication channels. The comparison areas are: Social Sciences, Computer Science, Engineering and Business, Management and Accounting.

Analysis of worldwide production in E-learning. To differentiate world scientific production by source type, among journals, conference proceedings, reviews and editorials. First, we compared the evolution of production in the area between source type. Second, we analyzed the distribution of source type among Social Sciences and Computer Science areas. Third, the growth rate of production for each journal was classified in a scale of 4 states (Superior Growth, Normal Growth, Decline and Drop). Fourth, the mapping overlay technique (Leydesdorff, Moya-Anegón, & Guerrero-Bote, 2015) was used to know the evolution in the growth of the journals of the category in front of the knowledge areas and to determine the relation of this evolution with the above comparisons. Leydesdorff, Moya-Anegón and Guerrero-Bote also demonstrated that the VOSViewer⁸³ visualization tool guarantees the understanding of node labels on the map.

These comparisons and the subsequent analysis allow determining the worldwide evolution in the production of the category and the contribution of different knowledge areas to this evolution.

RESULTS AND ANALYSIS

⁸³ www.vosviewer.com

During the period 2003-2015 the world scientific production in E-learning has had a sinusoidal behavior, with a remarkable growth until 2012, going from 654 documents in 2003 to 5418 in 2012 and then, it shows a pronounced decrease to the 3879 documents in 2015 (Figure 1). The category shows a growth of 493%, with an average annual growth rate of 16%. When comparing this behavior with the world scientific production it is observed that there is evidently a decrease in 2015 in this one, but in general, the behavior of the category does not correspond to the world behavior, particularly in 2012 where the peak of production is presented with a worldwide share of 0.21%.

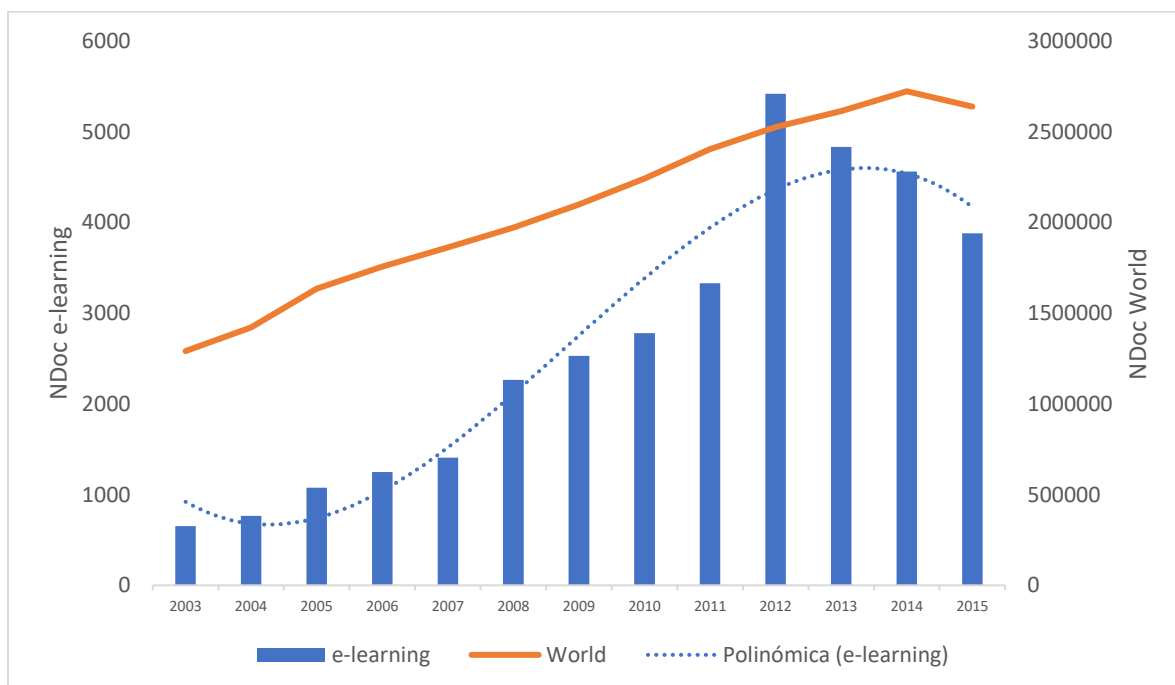


Figure 1. Global scientific production in E-learning (Data: SCImago Journal & Country Rank. Source: self-made).

When changing the level of analysis, it was observed that the production in E-learning of the main blocks of countries and regions is consistent with the behavior in the production of the category (Figure 2). Being a recent category, the growth rates of the blocs of countries and regions are in the order of hundreds and thousands, however, it can be mentioned that Eastern Europe has the highest average annual growth rate with 25.62% and on the other hand, the slower growth is presented by the Pacific Region with 2.33%. OECD member countries are the ones that contribute most to the growth of the category, thus responding to the innovation strategy that was proposed

in this block of countries where technology and education are a policy priority (OECD, 2015). As a result of this comparison, two sets of countries and regions were identified with regard to their level of contribution to the category, on one hand, those making a higher contribution (OECD, EU-28, Western Europe, Asia and BRIICS), and on the other hand those that make an expected normal contribution in scientific production in E-learning (Ibero-America, Pacific Region, Middle East, Eastern Europe, Africa and Latin America).

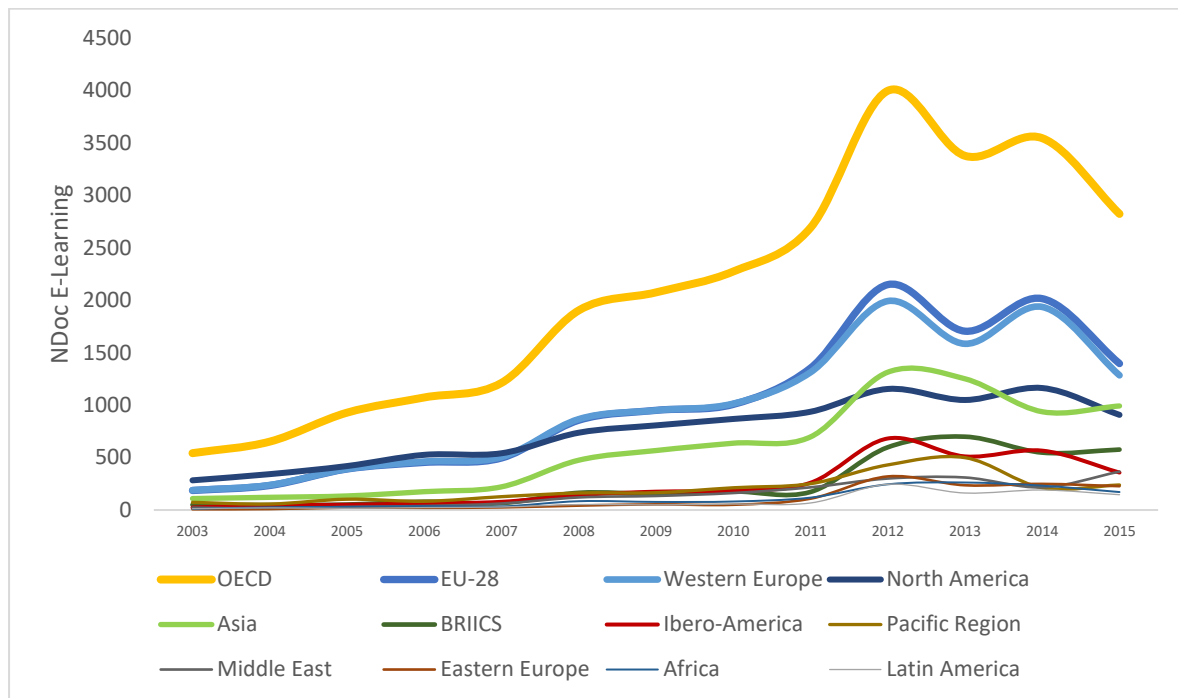


Figure 2. Scientific production in E-learning in the main blocks of countries and regions (Data: SCImago Journal & Country Rank. Source: self-made)

Still in the world order, data broken down by document type of scientific publication (Table 1) show that the production of articles and editorials has maintained a permanent growth within the category, not the conference papers and reviews.





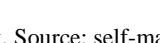
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Articles	491	531	588	733	1042	1475	1761	1997	2128	2243	2466	2181	2851	
Conference papers	19	42	234	262	173	632	667	614	1000	2941	2168	2194	886	
Review	115	171	224	198	133	47	36	47	81	107	61	49	49	
Editorial	21	15	25	52	46	47	57	73	84	96	112	84	68	
Others	8	8	5	2	15	5	8	16	35	31	26	50	25	

Table 1. Distribution of scientific production in E-learning (Data: SCImago Journal & Country Rank. Source: self-made)

The decrease in reviews indicates that since 2008 the scientific community has reduced its interest in describing E-learning, this can be answered by many reasons, for example, there is no responsiveness to the pace that advances in technology propose, considering that the subject is sufficiently described or because there have been no substantial changes in its content, methods and results, the latter is also reinforced by the decrease in the conference proceedings, which shows that the scientific community has stopped presenting its advances and leading edge research in E-learning through these channels.

By changing the focus of analysis to the knowledge areas, production in E-learning compared to production in the knowledge areas to which it is related (Figure 3) was compared. It can be observed that none of them has a behavior similar to E-learning.

On the other hand, it is striking that the production in Computer Science has a constant behavior from 2010, unlike the other areas that continue its growth, so that a cross-data was performed between the type of publication and the production in E-learning of the most representative knowledge areas (Figure 4) to establish the existence of a direct relationship between the decrease in production, the knowledge areas and the type of publication. Only the last 5 years were used for this visualization, corresponding to the main changes in the evolution of the subject category.

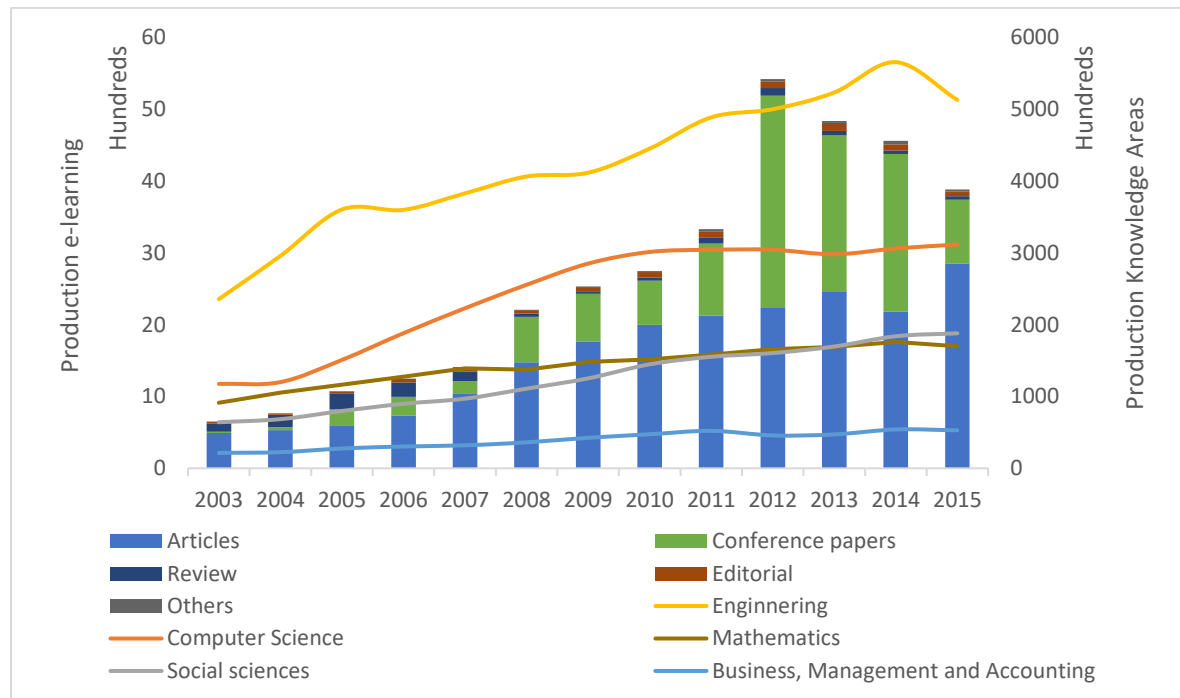


Figure 3. Scientific production in E-learning versus the production of other knowledge areas (Data: SCImago Journal & Country Rank. Source: self-made)

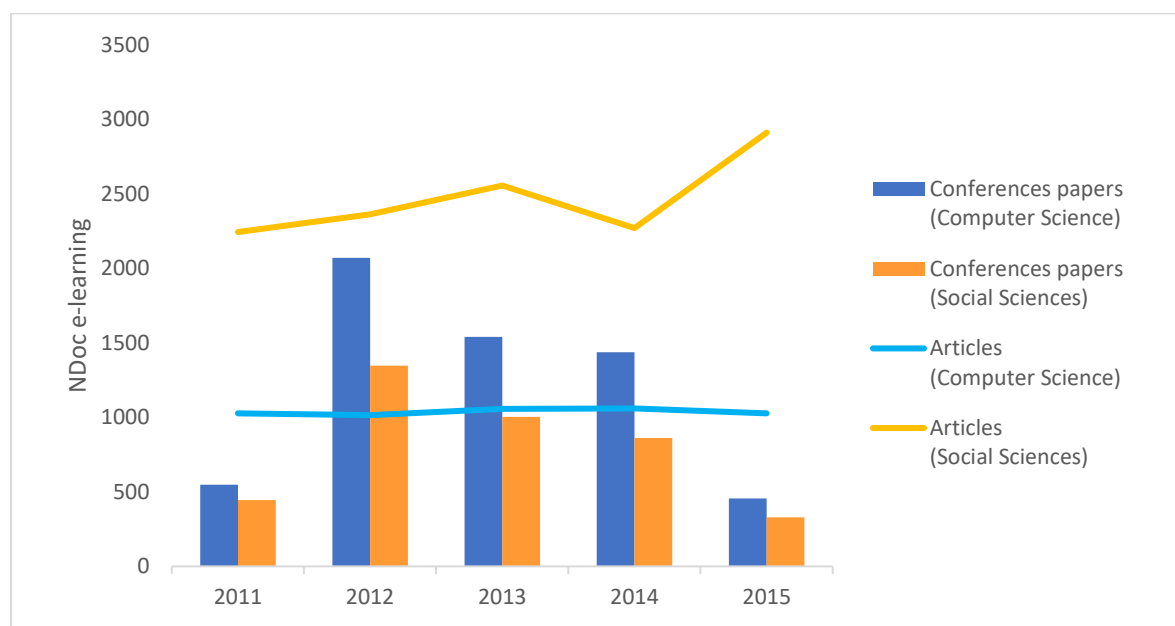


Figure 4. Cross-graphing between publication types and knowledge areas (Data: SCImago Journal & Country Rank. Source: self-made)

It was determined with this analysis that the greatest contribution to the production in E-learning is made by the journal articles related to Social Sciences.

It was observed that the production of journal articles related to Computer Science is kept constant in this channel of scientific communication and that the peak in the production in E-learning presented in 2012 is mainly due the contribution made by the Conference Proceedings, both in Computer Science and in Social Sciences, however, this situation reverses in the following years with a clear decrease of the two areas in terms of their publications in Conference Proceedings.

This analysis provides elements to establish that Computer Science has stopped contributing to the growth and consolidation of the E-learning category in the last 3 years.

In order to verify this finding, an analysis was performed on the growth of the scientific journals of the E-learning category, applying the technique of overlay mapping (Leydesdorff, Moya-Anegón, & Guerrero-Bote, 2015), which allows representing a subset of information on a global base map.

The global science map by Tibaná-Herrera, Fernández-Bajón and Moya-Anegón (2017) was used to determine the existence of a cluster of journals using the combined indicator (citations, co-citations, coupling) used by SCImago⁸⁴ (Hassan, Guerrero-Bote, & Moya-Anegón, 2014).

The overlapping element corresponds to the classification of the journals according to their growth rate in 4 states: Superior, Normal, Decline and Drop (Figure 5).

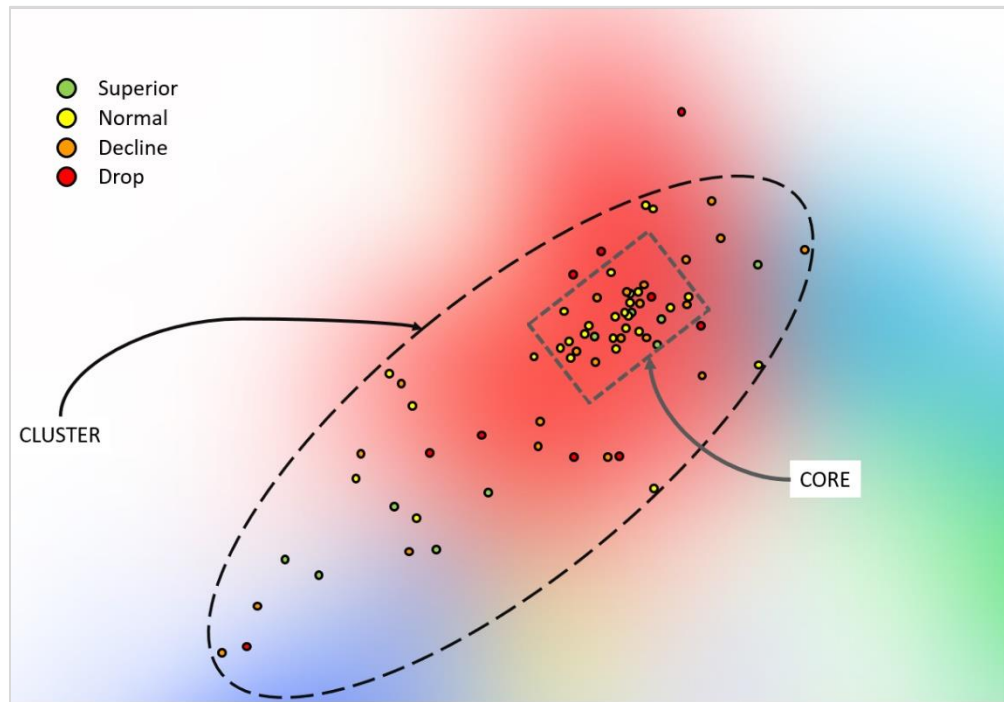


Figure 5. Classification of journals related to E-learning, using the map superimposition technique using VOSViewer in its density map configuration. (Data: SCImago Journal & Country Rank. Source: Own elaboration)

Of the 81 scientific journals included in the E-learning category according to the SJR, 53% show a growth between superior and normal. 25% of the total growth is in the core of the category, the biggest decrease is located in the cluster and the biggest drop is located outside the cluster (Table 2).

	<i>Superior</i>	<i>Normal</i>	<i>Decline</i>	<i>Drop</i>
JOURNALS	14	29	22	16
<i>Core</i>	4	17	12	0
<i>Cluster</i>	6	14	9	6

⁸⁴ <http://www.scimagojr.com/viztools.php>

<i>Outside</i>	0	4	2	7
----------------	---	---	---	---

Table 2. Classification of journals in E-learning according to their growth (Data: SCImago Journal & Country Rank. Source: self-made)

This analysis allows knowing in detail the behavior of the journals of the E-learning category, whose core, located in the Social Sciences, maintains its growth and constitutes the main contribution to the production in E-learning. On the contrary, the decline and drop in production are distributed by and outside the cluster, thus corroborating that the decline in scientific production in E-learning in the case of journals is due to the decrease in contribution of the related areas, where Computer Science remain constant and in second order the production in Engineering and Business, Management and Accounting decline.

This study demonstrates that through bibliometric techniques and using various frames of reference at a global level, it is possible to establish the elements in scientific communication that determine the growth or descent of the subject categories according to their scientific production in a certain period of time, understanding the behavior of their evolution.

However, these results are affected by the constant updating of the scientific communication indexes, as in this case SCOPUS, since it affects the production indicators of the subject categories, through the entry and/or withdrawal of publications and documents in the index. In the same order, the grouping of the Conference Proceedings as a series of publications will facilitate the analysis of this type of publication and provide complementary data on the evolution of the subject categories.

Though, recognizing that the decrease is presented in the Conference Proceedings of Computer Science, it is possible to go deeper into the taxonomy and the thematic content that the scientific community has published, for example, through knowledge maps, which could establish all the thematic that have ceased to be of interest to the scientific community investigating E-learning, similar to the establishment of artifacts in Big Data by Akoka, Comyn and Laoufi (2017). These knowledge maps can also be used to analyze the revisions of the subject (Pauyo, et al, 2015) in the period 2003 to 2010 and verify the approach to the issue, whether it is sufficiently covered or not. In addition, they can help in the identification of the thematic that were addressed from Computer Science and Social Sciences in the conferences proceedings of 2012 that produced such a

remarkable growth in the scientific production. It is also possible to analyze the production by countries and languages such as the Monge and Nielsen study on Biology (Monge-Nájera & Nielsen, 2005) or the contribution of countries in journals of General Psychiatry (Patel & Kim, 2007). Other bibliometric indicators can also be analyzed to establish the nature of the category in its production, citation and performance.

CONCLUSIONS

Through comparisons at global, regional and subject area levels, this study has presented a method to explain from bibliometrics, the changes that occur in the scientific production related to a knowledge area or subject category. Applied to the E-learning subject category, it was verified that the growth in the production of this subject category depends mainly on the contribution yield by journals in Social Sciences and that Computer Sciences have diminished their contribution in the last years, especially in conference proceedings and reviews.

Through the mapping overlay technique, it was determined that the core of journals in the category, located in Social Sciences, has been in permanent growth and this has facilitated the consolidation of E-learning as a category of study present in the academic discourses. However, at the global level, the category is decreasing, since the growth offered by Social Sciences is not enough to counteract the decline in the contribution of Computer Science, so it is not yet possible to establish whether E-learning as category is at the "diversified" level.

Because the relations of E-learning with other knowledge areas have been transformed in recent years, it is necessary to deepen the behavior of scientific communication to determine the transformations that have been presented in the taxonomy of the category, especially in front to technological topics such as learning platforms, standards and topics related to Web 2.0. At the same time, establish the current research fronts and the new relationships with other knowledge areas.

This study contributes to the characterization of E-learning, in its nature and dynamics of growth in Social Sciences, as well as in the behavior of related knowledge areas.

Statements

Availability of data and materials. Data related to this research were provided by SCImago Research Group. These are protected by licensing and copyright.

Conflict of interests. Does not apply.

Funding. Does not apply.

Contributions of authors. Primary author: Gerardo Tibaná-Herrera. Analysis and review: María Teresa Fernández-Bajón, Félix de Moya-Anegón.

Acknowledgments. Thanks to SCImago Research Group for providing the production data (NDoc) of the E-learning subject category.

References

- Adkins, S. (2017, January). *The 2016 Global Learning Technology Investment Patterns*. Retrieved from Commercial Learning Technology Market Analysis: http://www.metaari.com/assets/Metaari_s-Analysis-of-the-2016-Global-Learning-Technology-Investment-Pat25875.pdf
- Akoka, J., Comyn-Wattiau, I., & Laoufi, N. (2017). Research on Big Data – A systematic mapping study. *Computer Standards & Interfaces*, 54, 105-115.
- Allen, I., & Seaman, J. (2016, February). *Online Report Card - Tracking Online Education in the United States*. Retrieved from Online Report Card - Tracking Online Education in the United States, 2015 - OLC: <https://onlinelearningconsortium.org/read/online-report-card-tracking-online-education-united-states-2015/>
- Allen, I., & Seaman, J. (2017, May). *Distance Education Enrollment Report 2017*. Retrieved from Digital Learning Compass: <https://onlinelearningconsortium.org/read/digital-learning-compass-distance-education-enrollment-report-2017/>
- Castillo-Pérez, J. J., Muñoz-Valera, L., García-Gómez, F., & Mejía-Aranguré, J. M. (2015, May 1). Bibliometric analysis of scientific output on influenza in Mexico, 2000-2012. *Revista medica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 53(3), 294-301.

- Chiang, J. K., Kuo, C. W., & Yang, Y. H. (2010). A bibliometric study of e-learning literature on SSCI database. (S. B. Heidelberg, Ed.) *International Conference on Technologies for E-Learning and Digital Entertainment*, 145-155.
- Conole, G., & Oliver, M. (2006). Contemporary perspectives in e-learning research: Themes, methods and impact on practice. *Contemporary perspectives in E-learning research: Themes, methods and impact on practice*, 1-263. doi:10.4324/9780203966266
- Elsevier. (2017, 09 02). *What content is indexed in Scopus?* Retrieved from Scopus: Access and use Support Center: https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/11274/kw/review/supporthub/scopus/
- Falagas, M. E., Papastamatakis, P. A., & Bliziotis, I. A. (2006). A bibliometric analysis of research productivity in parasitology by different world regions during a 9-year period (1995-2003). *BMC Infectious Diseases*, 6, Article number 56, 6p.
- Fu, H. -Z., Wang, M. -H., & Ho, Y. -S. (2013, January 5). Mapping of drinking water research: A bibliometric analysis of research output during 1992-2011. *Science of the Total Environment*, 443, 757-765.
- Guerrero-Bote, V. P., & Moya-Anegón, F. (2015). Analysis of Scientific Production in Food Science from 2003 to 2013. *Journal of food science*, 80(12), R2619-R2626.
- Hassan, Y., Guerrero-Bote, V., & Moya-Anegón, F. (2014). GRAPHICAL INTERFACE OF THE SCIMAGO JOURNAL AND COUNTRY RANK: AN INTERACTIVE APPROACH TO ACCESSING BIBLIOMETRIC INFORMATION. *El profesional de la información*, 23(3).
- Hung, J. -L. (2012). Trends of e-learning research from 2000 to 2008: Use of text mining and bibliometrics. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), 5-16.
- Jingqing, Z., Zhen, W., Beibei, N., & Song, H. (2015). Global environmental input-output research trends during 1900-2013: A bibliometric analysis. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(5B), 1996-2004.
- Leydesdorff, L., Kogler, D. F., & Yan, B. (2017). Mapping patent classifications: portfolio and statistical analysis, and the comparison of strengths and weaknesses. *Scientometrics*, 112(3), 1573-1591.
- Leydesdorff, L., Moya-Anegón, F., & Guerrero-Bote, V. (2015). Journal Maps, Interactive Overlays, and the Measurement of Interdisciplinarity on the Basis of Scopus Data (1996-2012). *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66(5), 1001-1016.
- Mallik, A., & Mandal, N. (2014). Bibliometric analysis of global publication output and collaboration structure study in microRNA research. *Scientometrics*, 98(3), 2011-2037.
- Maurer, H., & Khan, M. S. (2010). Research trends in the field of e-learning from 2003 to 2008: A scientometric and content analysis for selected journals and conferences using visualization. *Interactive Technology and Smart Education*, 7(1), 5-18.
- Monge-Nájera, J., & Nielsen, V. (2005, March). The countries and languages that dominate biological research at the beginning of the 21st century. *Revista de Biología Tropical*, 53(1-2), 283-294.
- OECD. (2015). *OECD Innovation Strategy 2015: An Agenda for Policy Action*. Retrieved from The OECD Innovation Strategy - 2015 revision: <http://www.oecd.org/sti/OECD-Innovation-Strategy-2015-CMIN2015-7.pdf>
- OECD. (2017, January). *Education Policy Outlook 2015: Making Reforms Happen*. Retrieved from Education Policy Outlook Comparative Report: <http://www.oecd.org/edu/report.htm>

- OECD. (2017, Septembre). *OECD Library*. Retrieved from Education at a Glance 2017 - OECD Indicators: http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2017_eag-2017-en
- Patel, V., & Kim, Y. -R. (2007, January). Contribution of low- and middle-income countries to research published in leading general psychiatry journals, 2002-2004. *British Journal of Psychiatry*, 190(JAN), 77-78.
- Pauyo, T., Debas, H. T., Kyamanywa, P., Kushner, A. L., Jani, P. G., Lavy, C., . . . Deckelbaum, D. L. (2015, September). Systematic Review of Surgical Literature from Resource-Limited Countries: Developing Strategies for Success. *World Journal of Surgery*, 39(9), 2173-2181.
- Rana, S. (2012). Bibliometric analysis of output and visibility of science and technology in Singapore during 2000-2009. *Webology*, 9(1), Article number A96.
- Romo-Fernández, L., Guerrero-Bote, V., & Moya-Anegón, F. (2013). Analysis of the Spanish scientific production in renewable energy, Sustainability and the Environment (Scopus, 2003-2009) in the global context. *Investigacion Bibliotecologica*, 27(60), 125-151.
- SCImago. (2007). *SJR — SCImago Journal & Country Rank*. Retrieved from <http://www.scimagojr.com>
- Shah, D. (2016, December 29). *Monetization over Massiveness: A Review of MOOC Stats and Trends in 2016*. Retrieved from Monetization over Massiveness: A Review of MOOC Stats and Trends in 2016 - Class Central: <https://www.class-central.com/report/moocs-stats-and-trends-2016/>
- Shih, M., Feng, J., & Tsai, C. (2008). Research and trends in the field of e-learning from 2001 to 2005: A content analysis of cognitive studies in selected journals. *Computers and Education*, 51(2), 955-967.
- Tibaná-Herrera, G., Fernández-Bajón, M. T., & Moya-Anegón, F. (2017). Categorization of an emerging discipline in the world publication system (SCOPUS): E-learning. *arXiv:1710.05723 [cs.DL]*. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1710.05723>
- United Nations. (2016, January). *Goal 4: Ensure inclusive and quality education for all and promote lifelong learning*. Retrieved from Sustainable Development Goals: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/education/>
- Waaijer, C. J., van Bochove, C. A., & van Eck, N. J. (2011). On the map: Nature and Science editorials. *Scientometrics*, 86(1), 99-112.

5.4 Artículo 3 - *Output, collaboration and impact of e-learning research: Bibliometric analysis and visualizations at the country and institutional level (SCOPUS 2003-2015)*

Gerardo Tibaná-Herrera, María Teresa Fernández-Bajón, Félix de Moya-Anegón

Aceptado en:

El profesional de la Información

Título: Producción, colaboración e impacto de la investigación en e-learning: Análisis bibliométrico y visualizaciones a nivel de país e instituciones (SCOPUS 2003-2015)

Resumen: Este trabajo analiza los indicadores bibliométricos de producción e impacto del e-learning, para conocer el aporte de los países y de las instituciones en el desarrollo científico de esta temática y para fortalecer su caracterización como dominio de conocimiento. Se extrajeron los indicadores bibliométricos de Scopus y de SCImago Institutional Rankings y se generaron mapas de la producción, las redes de colaboración y el impacto de la investigación de países e instituciones. Los resultados de este análisis combinado muestran que los Estados Unidos y la Universidad de Hong Kong producen la mayor cantidad de trabajos, que el Reino Unido es el país de mayor colaboración internacional. Además, el análisis mostró que Taiwán ocupa los primeros lugares en productividad e impacto por lo cual se vincularon estos resultados con un breve análisis de sus políticas nacionales. Este estudio presenta una nueva metodología para analizar dominios de conocimiento emergentes o establecidos.

Output, collaboration and impact of e-learning research: Bibliometric analysis and visualizations at the country and institutional level (SCOPUS 2003-2015)

Gerardo Tibaná-Herrera⁸⁵, María Teresa Fernández-Bajón⁸⁶, Félix de Moya-Anegón⁸⁷

ABSTRACT

This research analyzes the bibliometric indicators of production and impact to know the contribution of countries and institutions in the scientific development of this subject and to strengthen its characterization as knowledge domain. We extracted bibliometric indicators from Scopus and SCImago Institutional Rankings and generated maps of production, collaboration networks and the impact of research in countries and institutions. The results of this combined analysis showed that the United States and the University of Hong Kong produce most of the works, that the United Kingdom is the country with the greatest international collaboration. In addition, the analysis showed that Taiwan ranks first in productivity and impact, which is why we linked these results to a brief analysis of its national policies. This study presents a new method to analyze emerging or established knowledge domains.

Keywords: e-learning, bibliometrics, output, normalized citation, international collaboration, scientific excellence, georeferencing, SCOPUS, SCImago Institutions Rankings, Taiwan.

RESUMEN

Este trabajo analiza los indicadores bibliométricos de producción e impacto del e-learning, para conocer el aporte de los países y de las instituciones en el desarrollo científico de esta temática y

⁸⁵ Complutense University of Madrid. PhD Library Science Program. gtibana@ucm.es

SCImago Research Group. gerardo.tibana@scimago.es

⁸⁶ Complutense University of Madrid. Department of Library and Information Science. mfernandez@ucm.es

⁸⁷ SCImago Research Group. felix.moya@scimago.es

para fortalecer su caracterización como dominio de conocimiento. Se extrajeron los indicadores bibliométricos de Scopus y de SCImago Institutional Rankings y se generaron mapas de la producción, las redes de colaboración y el impacto de la investigación de países e instituciones. Los resultados de este análisis combinado muestran que los Estados Unidos y la Universidad de Hong Kong producen la mayor cantidad de trabajos, que el Reino Unido es el país de mayor colaboración internacional. Además, el análisis mostró que Taiwán ocupa los primeros lugares en productividad e impacto por lo cual se vincularon estos resultados con un breve análisis de sus políticas nacionales. Este estudio presenta una nueva metodología para analizar dominios de conocimiento emergentes o establecidos.

PALABRAS CLAVE: e-learning, bibliometría, producción, citación normalizada, colaboración internacional, excelencia científica, georreferenciación, SCOPUS, SCImago Institutions Rankings, Taiwán.

INTRODUCTION

E-learning is a field of extensive growth worldwide, with initiatives ranging from classroom experiments to national and regional training plans, supported by institutional projects and national development policies (**Bengtsson**, 2013; **Chang; Wang; Chen**, 2009). According to Scopus database developed by Elsevier, the search term “e-learning” in the title, summary and keywords fields, has been included in 51,181 papers published in 78 journals and conference proceedings, affiliated to 160 institutions (*Web query made to <https://www.scopus.com> on January 29, 2018*).

The bibliographic information of these works is the product of scientific discoveries and research results that are published in international scientific journals, cited and read by other researchers. The bibliometric analysis is a valuable tool for the scientific community since it offers elements to analyze science and technology policies (**Okubo**, 1997). Additionally, they provide measurements of connections between researchers and research areas through the statistical analysis of joint publications and citations (**Mingers; Leydesdorff**, 2015).

To perform these analyzes, bibliometrics has a set of indicators to organize, combine and extract relevant information on large volumes of bibliographic data, offering a global view of the scientific results obtained by the most productive institutions (**Guerrero-Bote; Olmeda-Gómez; Moya-Anegón**, 2016). Among them are production and impact indicators (**Rehn et al.**, 2014). The set of production indicators include those related to international collaboration, based on international co-authorship networks that distribute world production according to the needs of science (**Barjak et al.**, 2013). International collaboration also brings deep implications for the governance of science and everything related to knowledge creation, since the discovery context is no longer local or institutionalized by disciplines in university departments (**Elzinga**, 1997). In Europe, for instance, the continuous process of integration between countries is eliminating territorial borders, generating considerable heterogeneity between regions and countries in their propensity to collaborate (**Tijssen**, 2010). Impact indicators, instead, denote the quality that the scientific community refers to a specific scientific production, regardless the size of that set of publications. The impact can

be measured through various indicators related to citation. Among the most common are the H index (**Hirsch**, 2005), the Impact Factor (IF) (**Garfield; Sher**, 1963), the SNIP (**Moed**, 2010), the Crown indicator (**Waltman et al.**, 2011), the SCImago Journal Rank (SJR) (**González-Pereira; Guerrero-Bote; Moya-Anegón**, 2010), and the Eigenfactor (**Bergstrom**, 2007).

In the specific case of e-learning, there have been bibliometric studies focused on the identification of research trends (**Shih; Feng; Tsai**, 2008; **Hung**, 2012; **Schiebel**, 2012; **Maurer; Salman Khan**, 2010), regarding thematic coverage (**Chiang; Kuo; Yang**, 2010) and application in work environments (**Cheng et al.**, 2014), based on predefined sets of scientific publications. Refining the focus, **Tibaná-Herrera, Fernández-Bajón and de Moya-Anegón** (2017) identified a set of 219 scientific publications on which the emerging discipline has been developed, proposing the creation of a new subject category on which bibliometric and georeferencing analysis can be made. The mentioned work was used by SCImago Research Group to create the E-learning subject category in its information systems, both in the SCImago Journal & Country Rank, on which the SCImago Journal Rank is based to classify the journals in quartiles by thematic area (**Gómez-Núñez et al.**, 2011), as in the SCImago Institutional Rankings, that organizes institutions around the world based on their performance in research, innovation and social character (**Bornmann; de Moya Anegón**, 2014). These information systems use Scopus bibliometric data. According to the SCImago Institutional Rankings, 4090 institutions generate research products in this recent subject category. This is a much higher figure than that found in the query of the term made to Scopus, since this information system identifies all the institutions that have primary scientific production, published in the 219 journals and conference proceedings classified by the SCImago Journal & Country Rank in the “e-learning” subject category.

Another way to analyze bibliometric data is through the application of visualization techniques. In particular, georeferenced maps allow extracting and highlighting spatial data from bibliometric data, which in turn permit having geographical indications of the analyzed content. **Guerrero-Bote and de Moya-Anegón** (2015) used these maps to visualize collaboration networks between Spanish institutions on scientific production in food science. **Kanai, Grant and Jianu** (2017) applied them in the context of globalized cities to assess the

impact of urban globalization research on these. In library and information sciences, georeferencing techniques have been used to determine the global and local areas within the elements arranged in the catalogs of libraries, museums and archives (**Maggio; Kuffer; Lazzari**, 2017). However, there has been no research using this visualization technique in e-learning.

Although there is already a set of publications included in the e-learning subject category, researchers in this field face the impossibility of knowing the geographical indication of the knowledge source and the relationships that have been established for its development. Although, this spatial information is sometimes included in the keywords, it is of little help when it comes to making a global analysis.

Therefore, a global bibliometric analysis requires answering the following questions: What are the countries and institutions with the greatest production and impact on e-learning? How is the map of international collaboration between countries and institutions established? What is the contribution of the georeferenced maps to the bibliometric analysis of the e-learning scientific domain?

These concerns are addressed through bibliometric and georeferenced analysis of global scientific production in e-learning along with its impact, identifying the main actors at country and institution level.

MATERIALS AND METHODS

In this study, the *SCImago Institutions Rankings*, an information system that uses the bibliographic information contained in Scopus to generate various worldwide rankings of institutions (higher education, government, private, health), was used as a source of information for the bibliometric analysis. This system arranges the institutions according to their productivity and performance in research, innovation and social impact. The primary scientific production that the institutions have published in the journals and conference

proceedings that constitute the subject category of e-learning was analyzed, according to the categorization made by **Tibaná-Herrera, Fernández-Bajón and de Moya-Anegón** (2017).

The bibliometric analysis addresses the productivity and performance of primary scientific production in the 2003-2015 timespan, to describe the performance of the institutional scientific activity, its evolution and international collaboration. Data extraction and analysis methodologies have been accepted and used both by the international scientific community and by national science and technology organizations, as well as international organizations.

To perform this analysis, two units were defined: The producing institution and its country of origin.

The following bibliometric indicators allow identifying the productivity of countries and institutions producing knowledge in e-learning:

1. Output: number of documents published in scientific journals indexed in Scopus (**Romo-Fernández et al.**, 2011) which have been classified in the E-learning subject category in SCImago Journal & Country Rank.

2. International collaboration: number of scientific publications of a country that have been developed with institutions from another country (**Chinchilla-Rodríguez et al.**, 2010).

To describe and understand the performance of the country and the institutions in the development of e-learning, the following impact indicators that do not depend on the size of the country or institution were considered:

3. Normalized citation: Value obtained at the article level that shows the relation between the average scientific impact of an institution/country and the global average set (**Rehn; Kronman**, 2008).

4. %Leadership: percentage of works of an institution/country as the main contributor (**De-Moya-Anegón**, 2012).

5. %Excellence10: percentage of works that are among the 10% most cited in the same category, year and document type (**Bornmann; Wohlrabe; de Moya Anegon**, 2017).

6. %Excellence10 with Leadership: percentage of works in Excellence10 in which the institution/country is the main contributor (Moya-Anegón *et al.*, 2009).

For a better understanding of the bibliometric analysis, three visualization tools were used. First, the multidimensional scaling to represent the production evolution in the set of institutions and countries (**Mangin; Mallou**, 2003). Second, the georeferencing technique to show the place where knowledge is created and from which is disseminated (**Guerrero-Bote; Olmeda-Gómez; De-Moya-Anegón**, 2016). Third, international collaboration clusters to determine different relationship levels between units (**Leydesdorff**, 1987).

The bibliometric analysis of productivity and impact indicators allows identifying those countries and institutions that display a positive correlation between production and quality of scientific results in terms of citations impact (**Persson**, 2010; **Leydesdorff et al.**, 2013). Moreover, the combination of visualization techniques allows to highlight extremes and identify publication patterns and connection between countries or institutions that are generated thanks to collaboration (**Rehn; Kronman**, 2008).

RESULTS AND ANALYSIS

The results and analysis of this study are composed of two parts. The first one refers to productivity and the second to impact. Each one is seen from the country and institution levels, with their respective visualizations.

In the 2003-2015 timespan, the world scientific production in e-learning was 46912 works, made by 4019 institutions in 160 countries. This production was mainly fed by works from the Higher Education sector by 87.3%. Figure 1 shows a growing contribution of the Government (6.2%) and Private sectors (4.9%). Additionally, there is an output decrease since 2012, justified by the contribution reduction in Computer Sciences, especially in Conference Proceedings and Reviews (**Tibaná-Herrera; Fernández-Bajón; de Moya-Anegón**, 2018).

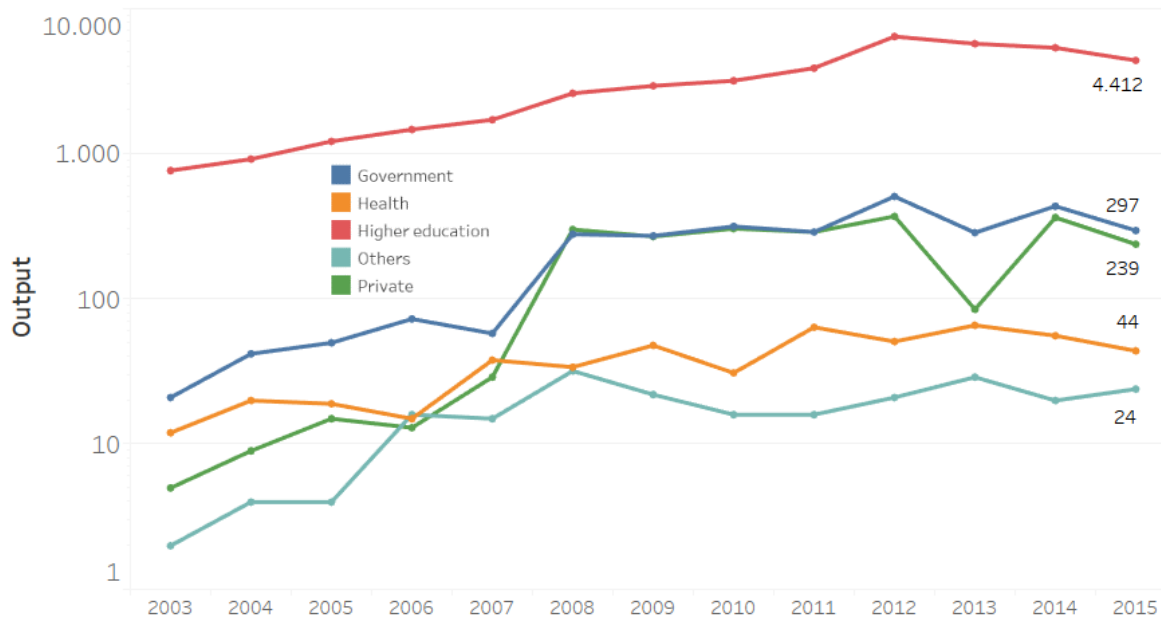


Figure 1. Evolution of production (Output) in E-learning by sector. Source: SCImago Institutions Ranking. Self-made.

Country level

When analyzing this information with georeferenced maps, we found that the United States, the United Kingdom, Australia, Taiwan and Spain are the countries that represent the highest production among 108 countries with more than 100 works published in the year (Figure 2).



Figure 2. Distribution of production (Output > 100) in E-learning at country level in the 2003-2015 timespan. The color corresponds to the region. Source: SCImago Institutions Ranking. Self-made.

Furthermore, there is evidence of the concentration of scientific production in e-learning in the northern hemisphere, with very few representatives in the southern hemisphere, including Australia, South Africa, Brazil and Chile.

To know the evolution in production at country level, we compared 2003-2010 and 2011-2015 timespans (Figure 3). Considering countries with a production greater than 100 documents, the first period had 29 countries and the second had 100. It is of note that the same four countries (the United States, the United Kingdom, Australia and Taiwan) lead both timespans. In the last period, Russia, India, Saudi Arabia, Iran, Thailand, Nigeria, Mexico, Portugal and Pakistan enter the world stage, while Indonesia is the only country that leaves the map.

2003-2010



2011-2015



Figure 3. Production (output > 100) distribution comparison in E-learning at country level between 2003-2010 and 2011-2015 timespans. Source: SCImago Institutions Ranking. Self-made.

The United States is the country with the highest output in e-learning.

Regarding the international collaboration, 2003-2015 timespan has 7860 works, equivalent to 16.7% of the total production. The map in Figure 4 shows only the countries that have a production greater than 100 works. The size of each sphere corresponds to the normalization of the volume of collaborative works, and the link between two countries corresponds to the number of works that have been developed in collaboration among them. As can be seen, there are four large collaboration groups, the most representative being the Western European countries, followed by the United States and Canada, Australia and finally the group formed by Japan, China and Taiwan. It can also be observed that the order given by the production changes when collaboration is normalized, since the United Kingdom is positioned first, followed by the United States, Spain and Germany as the countries with greater international collaboration.

Among the countries with greater collaboration are Spain and the United Kingdom (1140), Germany and the United Kingdom (999), the United Kingdom and the United States (894), Germany and Netherlands (765) and Germany with the United States (750).

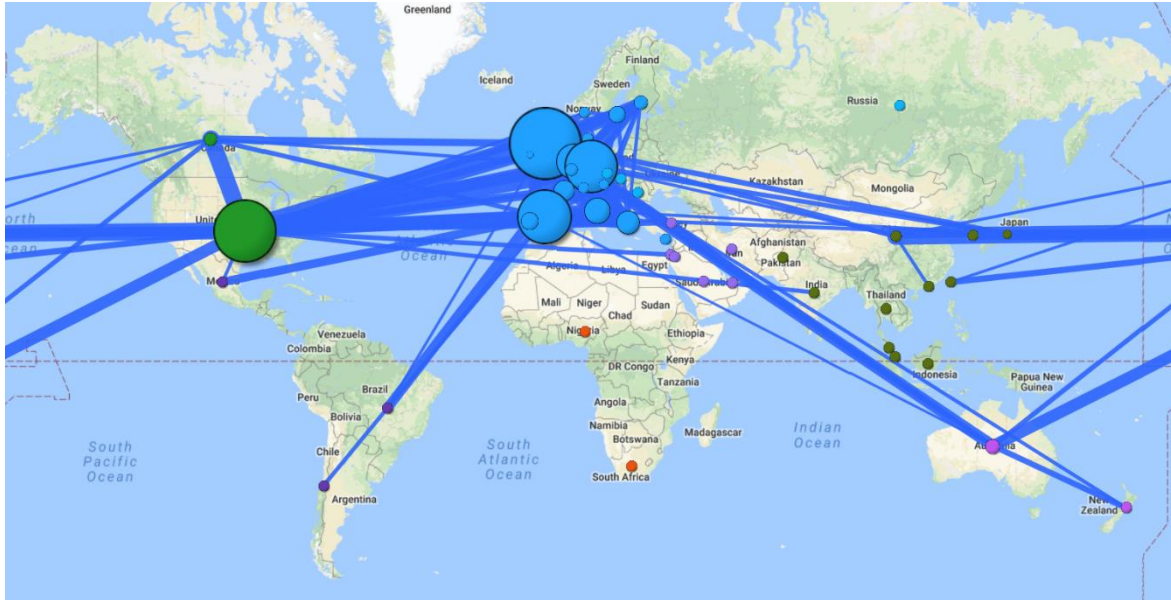


Figure 4. International collaboration in E-learning at country level in 2003-2015 timespan. Source: SCImago Institutions Ranking. Self-made.

The United Kingdom is the country with most international collaboration in e-learning.

A more detailed analysis of this collaboration was done through cluster representation (Figure 5) (Waltman; van Eck; Noyons, 2010), which revealed five groups. Collaboration in research is influenced by the dynamic interaction between economic, scientific, cultural and geographical factors (Wagner; Leydesdorff, 2005). In this case, there is a noticeable proximity between the Spanish-speaking countries (Spain, Mexico, Chile) and among the Portuguese-speaking countries (Brazil, Portugal). Geographic proximity arises as another type of closeness, especially among the countries of Western Europe. The United States with the Asian countries (China, Japan, Taiwan, and South Korea), the Pacific region countries (Malaysia, Indonesia, Australia, and New Zealand) and the Middle East (United Arab Emirates, Israel) are remarkable cluster formations.

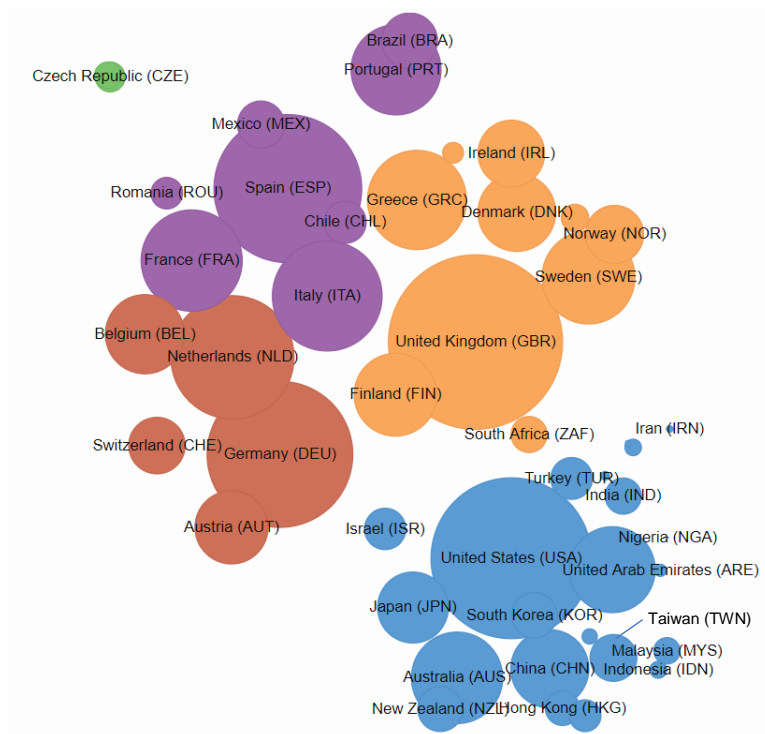


Figure 5. Clusters of international collaboration between countries with scientific production in E-learning in 2003-2015 timespan. Source: SCImago Institutions Ranking. Self-made.

Collaboration in research is influenced by language, geographic location and economic development

Regarding the impact of these publications, the analysis of the indicators %Leadership, %Excellence¹⁰ and %Excellence with Leadership during 2003-2015 timespan (Figure 6) shows that the leadership of Taiwan, Turkey, Indonesia, Czech Republic and Slovakia is superior to 93%. Additionally, in publication of excellence and excellence with leadership, Chile and Taiwan are prominent. The latter is 4th in world production, compared to place 26 of Chile.

Regarding the normalized citation of countries with more than 100 works in the selected timespan, Chile, Belgium, Taiwan, Netherlands and Singapore stands out with the highest

impact. Figure 7 shows a change in the hegemony of the countries that lead the production indicators, where the United States, the United Kingdom, and Australia ceased to be protagonists. Only Taiwan shows a positive correlation between production and the impact of scientific results.

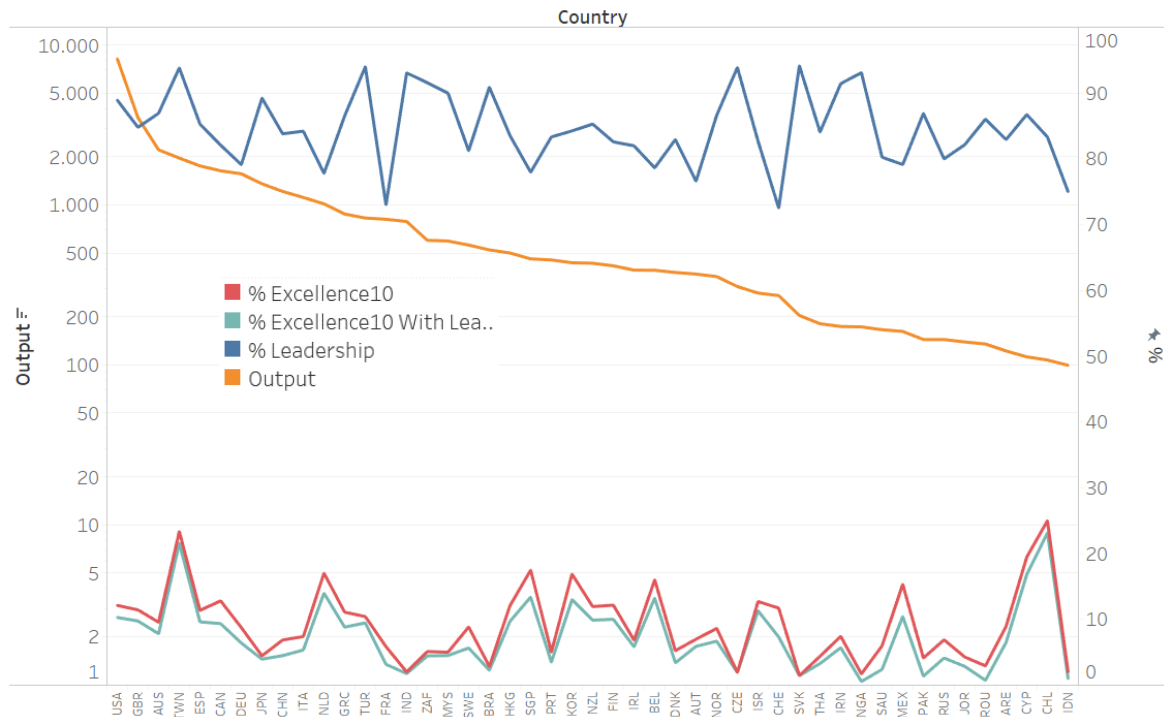


Figure 6. Values superposition of the entire production (Output> 100) with the percentages of citable production of excellence (%Excellence10), led production (%Leadership) and citable production of led excellence (%Excellence10 with Leadership), versus ranking of countries positions. Source: SCImago Institutions Ranking. Self-made.



Figure 7. Normalized citation of countries against their production (Output > 100) in 2003-2015 timespan. Source: SCImago Institutions Ranking. Self-made.

Taiwan is the only country that consistently ranks among the first places of production and impact on e-learning.

Institutional level

Ninety-three institutions have produced more than 100 works in 2003-2015 timespan. The University of Hong Kong, Nanyang Technological University, Athabasca University, National Central University and The Open University are the institutions that have contributed to most of the works for the development and consolidation of e-learning (Figure 8). As can be seen, there are four main nodes of scientific production, located in North America, Western Europe, Asia and Australia.

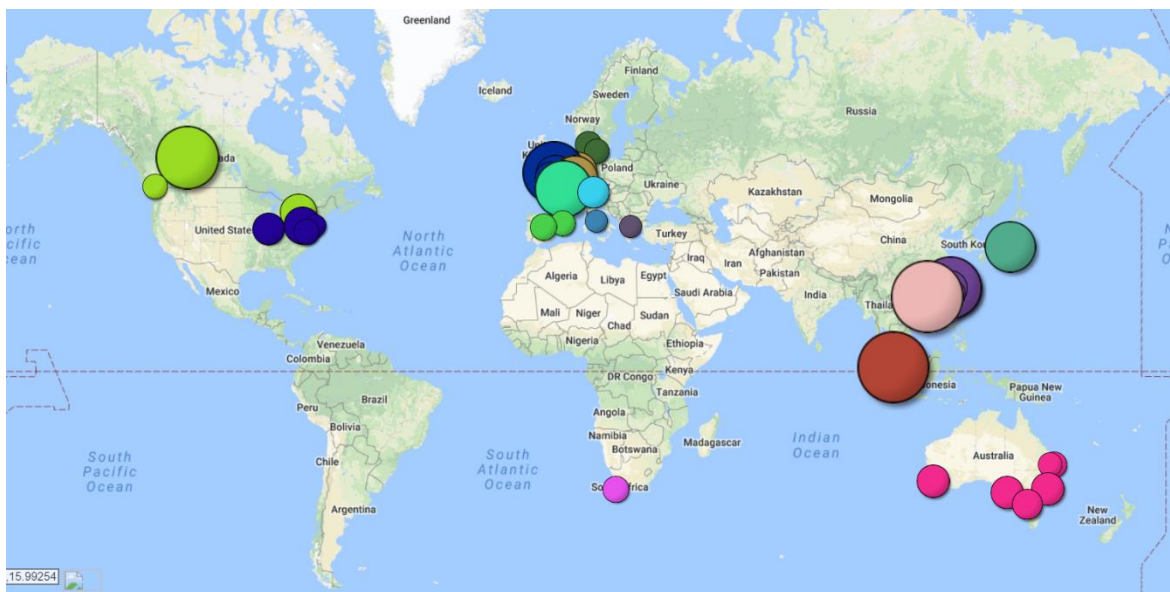


Figure 8. Output distribution in E-learning at institutional level in 2003-2015 timespan. Source: SCImago Institutions Ranking. Self-made.

In order to know the evolution in production at the institution level, the same country level temporal comparison was made, including institutions that produce more than 100 works per year. Figure 9 shows that 2003-2010 timespan includes 5 institutions and 2011-2015 timespan includes 30. A greater presence of the institutions of Western Europe, Australia and Taiwan is noted. Moreover, the absence of institutions from the United States, Spain, Italy, Greece and South Africa is evident.

2003-2010



2011-2015



Figure 9. Comparison of production (Output > 100) in E-learning at institutional level between 2003-2010 and 2011-2015 timespans. Source: SCImago Institutions Ranking. Self-made.

The group of 93 institutions has produced works in international collaboration. As Figure 10 shows, the Eindhoven University of Technology, the Technical University of Denmark and the Ghent University are the institutions with the most international collaboration. Furthermore, the strongest collaboration links are between the Technical University of Denmark and the Center National de la Recherche Scientifique (84), Ghent University and Center National de la Recherche Scientifique (54), Athabasca University and National Sun Yat-sen University (42), Technical University of Denmark and Nippon Telegraph and Telephone Corp (40), Technical University of Denmark and Fraunhofer Gesellschaft (36) and Athabasca University and National Central University (30).

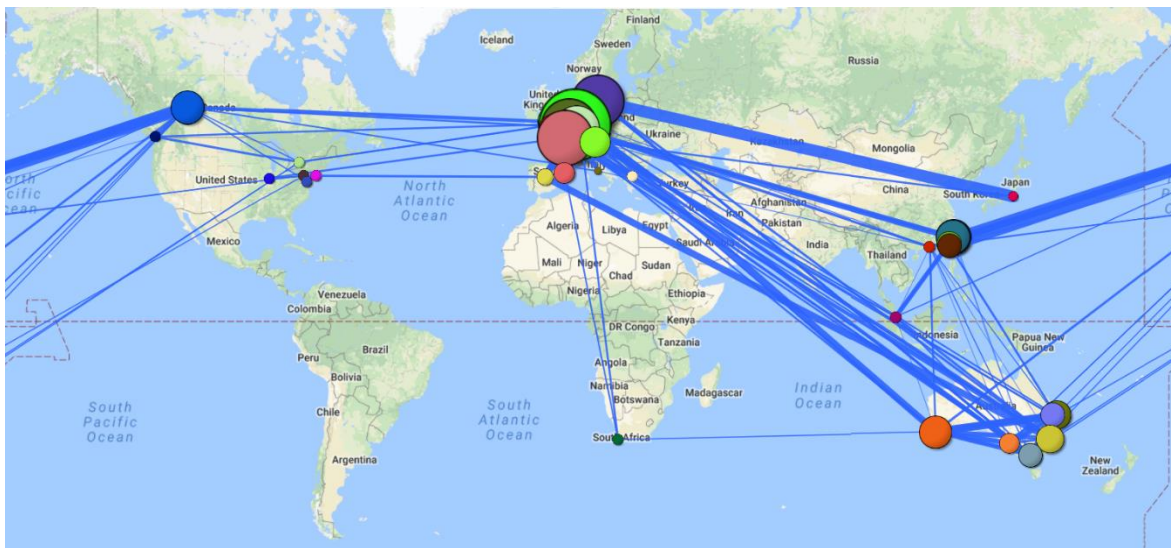


Figure 10. International collaboration in E-learning at institution level in 2003-2015 timespan (Output> 100). Source: SCImago Institutions Ranking. Self-made.

We found five groups when applying the grouping technique. It is noteworthy the clusters of open universities, Australian universities and Taiwanese universities (Figure 11).

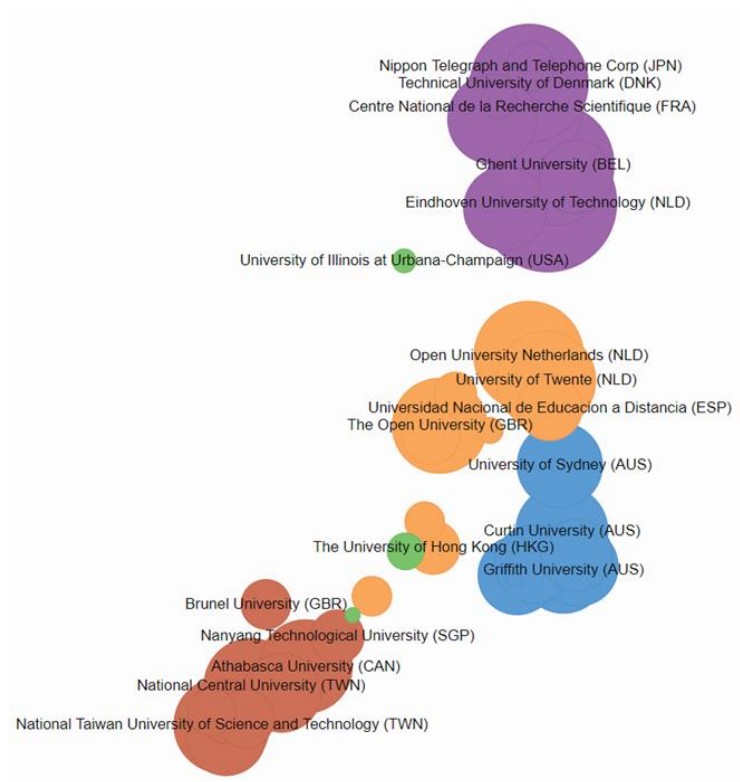


Figure 11. International collaboration clusters between institutions with scientific production in E-learning in 2003-2015 timespan. Source: SCImago Institutions Ranking. Self-made.

The analysis of impact indicators at institutional level shows that the average number of works in %Leadership is 86.6, among which are Aalborg University, University of Cape Town, the Nippon Telegraph and Telephone Corp and the Open University with more than 83% of your work in leadership. Regarding %Excellence10, the average works are 18.46. The National Taiwan University of Science and Technology, the National University of Taiwan, the National Cheng Kung University and the National Sun Yat-sen University stand out with more than 32% of their works in Excellence10, all of them being from Taiwan. In %Excellence10 with Leadership, the average is 12.6, where the National Taiwan University of Science and Technology, the National Cheng Kung University, the Ghent University and The Open University are worth mentioning, with more than 18% of works in this indicator (Figure 12).

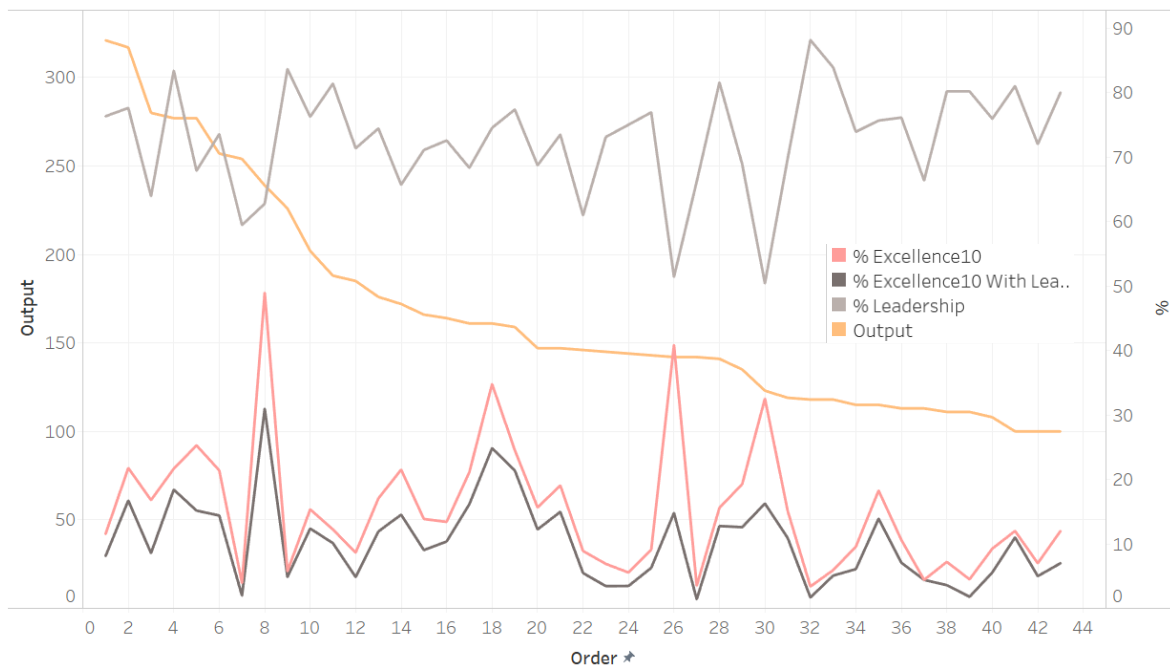


Figure 12. Total production (Output> 100) values superposition with the percentages of citable production of excellence (%Excellence10), led production (%Leadership) and citable production of led excellence (%Excellence10 with Leadership), versus institutions ranking. Source: SCImago Institutions Ranking. Self-made.

Finally, we established and represented the impact at institutional level based on the normalized citation indicator. Figure 13 shows that the greatest impact is concentrated in half of the countries of Western Europe, Australia and Taiwan. This map also shows that a high level of production does not always ensure a greater impact. For instance, The University of Hong Kong and the *Centre National de la Recherche Scientifique* have a high production but do not generate great impact. Table 1 contains the institutions that have the greatest impact in the indicated regions.

WESTERN EUROPE	AUSTRALIA	TAIWAN
1. Ghent University	1. University of Melbourne	1. National Taiwan University of Science and Technology
2. University of Twente	2. University of Sydney	2. National University of Tainan
3. Universidad Nacional de Educación a Distancia	3. Griffith University	3. National Cheng Kung University
4. The Open University	4. University of South Australia	4. National Sun Yat-sen University

5. University College London		5. National Central University
6. Brunel University		6. National Chiao Tung University
7. Fraunhofer Gesellschaft		7. National Taiwan Normal University

Table 1. Institutions from Western Europe, Australia and Taiwan with the greatest impact on E-learning in 2003-2015 timespan. Source: SCI. Self-made.



Figure 13. Normalized citation of institutions against their production (Output > 100) in 2003-2015 timespan. Source: SCImago Institutions Ranking. Self-made.

The positive results of Taiwan and its main institutions are associated with the development of a national public policy that since 2003 promotes the development of culture and education through the *Taiwan E-learning and Digital Archives Program* (TELDAP) (Lin; Yen, 2012), which has allowed increasing the access and use of digitized knowledge and has strengthened the e-learning industry. This program has carried out two projects to promote e-learning inside and outside the country. These projects are Digital Education & e-Learning that has arranged more than 1300 virtual courses and 7.8 million digital resources in 2010. Also, the International Collaboration & Promotion of Taiwan e-Learning & Digital Archives that

promotes the internationalization and achievement of TELDAP goals by establishing an international cooperation network of 69 institutes in 13 countries and producing content in multiple languages, as well as an annual conference (International Convention of Asia Scholars - ICAS) as main dissemination strategies in Asia and around the world.

From another point of view, the growth and impact of Taiwan can be associated with the scientific development that this country has had in other knowledge fields, where the highest production is concentrated in engineering, computer science and medicine. This production profile is similar to that of the countries with the highest production in e-learning, such as the United States, the United Kingdom and Australia, which shows that the development in this area responds to the focus in engineering and computer science that these countries have.

To conclude, the combined analysis of bibliometric indicators and visualization techniques has made possible the identification of the following facts:

- The countries that produce knowledge in e-learning have increased their production by 56% in the last five years.
- The main producers are the United States, the United Kingdom, Australia and Taiwan.
- The Government and Private sectors have contributed significantly to the development of the category in the last five years.
- Several countries have disappeared from production radar, including Chile, Indonesia, United Arab Emirates and Cyprus.
- Taiwan is the only country that consistently ranks first in the production and impact indicators.
- The United Kingdom is the country that generates the most international collaboration in the scientific domain of e-learning, followed by the United States and Australia.
- International collaboration clusters between countries clearly show groups given by language, geographical proximity along with political and economic affinity.
- The European institutions are the most oriented to collaborate with institutions of the same community as in other regions of the world. Instead, the institutions of the United States have very little representation on the map.

- The Taiwanese institutions are in the top 10 with the greatest impact in the analyzed timespan.

CONCLUSIONS

Through a bibliometric analysis and visualization techniques, our research has identified the countries and institutions that produce the largest number of works in e-learning, with the United States and the University of Hong Kong being the main exponents.

Likewise, we analyzed and georeferenced the institutional collaboration to identify the context of discovery of e-learning and its main collaborative ties. In this regard, the United Kingdom is the country that generates the most collaboration, being the Eindhoven University of Technology the most outstanding institution. We evidenced that there is extensive collaboration at country and institutional level, which has facilitated a 56% increase in scientific production in the subject in the last five years. This amount of collaboration demonstrates that scientific development is more inclusive at regional level, differentiating itself from the center-periphery grouping model that characterized the global system of scientific collaboration in the past. Furthermore, the developed maps show the consolidation of four nodes directly linked to the development of the subject category: North America, Western Europe, Australia and Taiwan.

In addition, our study has demonstrated the arrival of a new contender in the scientific development of e-learning, this is Taiwan, which has grown in the last five years analyzed in its production and quality performance, placing seven institutions in the first places of the production and impact indicators. This prominent position can be associated with the development of a public policy, a national program oriented to the development of the e-learning industry and projects that seek to increase production with quality and internationalization. Therefore, Taiwan should be considered as a point of reference and focus on the subject, ahead of the United States and Western Europe.

Finally, by combining this bibliometric approach with georeferencing techniques we have a powerful research tool, which allows: A) approaching the influence of countries and institutions in the development of the subject category, B) comparing productivity and performance at different levels (country, institution), C) facilitating the identification of the location of origin and knowledge dissemination generated by scientific research on the subject, and D) revealing the importance of cognitive, organizational, social, institutional and geographic proximity in the generation of collaborative links, such as language, regional proximity and political affinity.

This work can be considered as a quantitative methodology to determine the contribution of countries and institutions to the conceptual, scientific and innovative development of a scientific domain.

Statements

Availability of data and materials

The data related to this research was obtained from access to SCOPUS, as well as provided by SCImago Research Group. These are protected by licensing and copyright respectively.

Conflict of interests

Does not apply.

Funding

Does not apply.

Contributions of authors

Main author: Gerardo Tibaná-Herrera.

Analysis and revision: María Teresa Fernández-Bajón, Félix de Moya-Anegón

Acknowledgments

Thanks to SCImago Research Group for providing the citation data of the publications.

References

Barjak, Franz; Eccles, Kathryn; Meyer, Eric; Robinson, Simon; Schroeder, Ralph (2013) ‘The Emerging Governance of E-Infrastructure’, *Journal of Computer-Mediated Communication*, 18(2), pp. 1–24. <http://dx.doi.org/10.1111/jcc4.12000>.

Bengtsson, Jarl (2013) ‘National strategies for implementing lifelong learning (LLL) – the gap between policy and reality: An international perspective’, *International Review of Education*, 59(3), pp. 343–352. <http://dx.doi.org/10.1007/s11159-013-9362-4>.

Bergstrom, Carl (2007) ‘Eigenfactor: Measuring the value and prestige of scholarly journals’, *College & Research Libraries News*, 68, pp. 314–316. <http://dx.doi.org/709FE567-5CC4-400C-B88A-321759EC5F33>.

Bornmann, Lutz; de Moya Anegón, Félix (2014) ‘What proportion of excellent papers makes an institution one of the best worldwide? Specifying thresholds for the interpretation of the results of the SCImago Institutions Ranking and the Leiden Ranking’, *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 65(4), pp. 732–736. <http://dx.doi.org/10.1002/asi.23047>.

Bornmann, Lutz; Wohlrabe, Klaus; de Moya Anegon, Félix (2017) ‘Calculating the excellence shift: How efficiently do institutions produce highly cited papers?’, *Scientometrics*. Springer Netherlands, 112(3), pp. 1859–1864. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-017-2446-3>.

Chang, Maiga; Wang, Chin-yeh; Chen, Gwo-dong (2009) ‘National Program for e-Learning in Taiwan National Science and Technology Program for e-Learning’, 12, pp. 5–17.

Cheng, Bo; Wang, Minhong; Mørch, Anders; Chen, Nian-Shing; Kinshuk; Spector, J. Michael (2014) ‘Research on e-learning in the workplace 2000–2012: A bibliometric

analysis of the literature', *Educational Research Review*, 11, pp. 56–72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2014.01.001>.

Chiang, Johannes K.; Kuo, Chen-Wo; Yang, Yu-Hsiang (2010) 'A Bibliometric Study of E-Learning Literature on SSCI Database', in *International conference on technologies for E-learning and digital entertainment*, pp. 145–155. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-14533-9_15.

Chinchilla-Rodríguez, Zaida; Vargas-Quesada, Benjamin; Hassan-Montero, Yusef; González-Molina, Antonio; Moya-Anegón, Félix (2010) 'New Approach to the Visualization of International Scientific Collaboration', *Information Visualization*, 9(4), pp. 277–287. <http://dx.doi.org/10.1057/ivs.2009.31>.

De-Moya-Anegón, Félix (2012) 'Liderazgo y excelencia de la ciencia española', *El Profesional de la Informacion*, 21(2), pp. 125–128. <http://dx.doi.org/10.3145/epi.2012.mar.01>.

Elzinga, Aant (1997) 'The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies. Sage, London', *Higher Education Policy*, 10(1), pp. 94–97. [http://dx.doi.org/10.1016/S0952-8733\(97\)89702-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0952-8733(97)89702-4).

Garfield, Eugene; Sher, Irving H. (1963) 'New factors in the evaluation of scientific literature through citation indexing', *American Documentation*, 14(3), pp. 195–201. <http://dx.doi.org/10.1002/asi.5090140304>.

Gómez-Núñez, Antonio J.; Batagelj, Vladimir; Vargas-Quesada, Benjamín; Moya-Anegón, Félix; Chinchilla-Rodríguez, Zaida (2011) 'Improving SCImago Journal & Country Rank (SJR) subject classification through reference analysis', *Scientometrics*, 89(3), pp. 741–758. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-011-0485-8>.

González-Pereira, Borja; Guerrero-Bote, Vicente P.; Moya-Anegón, Félix (2010) 'A new approach to the metric of journals' scientific prestige: The SJR indicator', *Journal of Informetrics*, 4(3), pp. 379–391. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joi.2010.03.002>.

Guerrero-Bote, Vicente P.; Olmeda-Gómez, Carlos; De-Moya-Anegón, Félix (2016) 'La ciencia de los alimentos georreferenciada. Aproximación bibliométrica a nivel institucional',

El Profesional de la Información, 25(1), p. 25. <http://dx.doi.org/10.3145/epi.2016.ene.04>.

Guerrero-Bote, Vicente P.; Olmeda-Gómez, Carlos; Moya-Anegón, Félix (2016) 'Atlas of scientific institutions in food science (Scopus, 2003–2013)', *LWT - Food Science and Technology*, 67, pp. 133–142. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.11.035>.

Hirsch, Jorge E. (2005) 'An index to quantify an individual's scientific research output', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(46), pp. 16569–16572. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0507655102>.

Hung, Jui Long (2012) 'Trends of e-learning research from 2000 to 2008: Use of text mining and bibliometrics', *British Journal of Educational Technology*, 43(1), pp. 5–16. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01144.x>.

Kanai, J. Miguel; Grant, Richard; Jianu, Radu (2017) 'Cities on and off the map: A bibliometric assessment of urban globalisation research', *Urban Studies*, p. 4209801772038. <http://dx.doi.org/10.1177/0042098017720385>.

Leydesdorff, Loet (1987) 'Various methods for the mapping of science', *Scientometrics*, 11(5–6), pp. 295–324. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02279351>.

Leydesdorff, Loet; Wagner, Caroline S.; Park, Han-woo; Adams, Jonathan (2013) 'Colaboración internacional en ciencia: mapa global y red', *El Profesional de la Información*, 22(1), pp. 87–94. <http://dx.doi.org/10.3145/epi.2013.ene.12>.

Lin, Simon C.; Yen, Eric (2012) 'An introduction to Taiwan e-Learning and Digital Archives Program (TELDAP)', *International Journal of Humanities and Arts Computing*, 6(1–2), pp. 1–7. <http://dx.doi.org/10.3366/ijhac.2012.0034>.

Maggio, Agata; Kuffer, Josef; Lazzari, Maurizio (2017) 'Advances and trends in bibliographic research: Examples of new technological applications for the cataloguing of the georeferenced library heritage', *Journal of Librarianship and Information Science*, 49(3), pp. 299–312. <http://dx.doi.org/10.1177/0961000616652134>.

Mangin, Jean-Pierre Lvy; Mallou, Jesús Varela (2003) *Análisis multivariable para las ciencias sociales*. Madrid, España: Pearson Educación.

Maurer, Hermann; Salman Khan, Muhammad (2010) ‘Research trends in the field of e-learning from 2003 to 2008’, *Interactive Technology and Smart Education*, 7(1), pp. 5–18. <http://dx.doi.org/10.1108/17415651011031617>.

Mingers, John; Leydesdorff, Loet (2015) ‘A review of theory and practice in scientometrics ☆’, *European Journal of Operational Research*. Elsevier Ltd., 246(1), pp. 1–19. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2015.04.002>.

Moed, Henk F. (2010) ‘Measuring contextual citation impact of scientific journals’, *Journal of Informetrics*, 4(3), pp. 265–277. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joi.2010.01.002>.

Moya-Anegón, Félix; Chinchilla-Rodríguez, Zaida; Corera-Álvarez, Elena; Gómez-Crisóstomo, Rocío; González-Molina, Antonio; Hassan-Montero, Yusef; Vargas-Quesada, Benjamín (2009) *Indicadores Bibliométricos de la Actividad Científica Española 2007. Informe 2009*. <http://hdl.handle.net/10261/72286>.

Okubo, Yoshiko (1997) *Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems: Methods and Examples*. Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/208277770603>.

Persson, Olle (2010) ‘Are highly cited papers more international?’, *Scientometrics*, 83(2), pp. 397–401. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-009-0007-0>.

Rehn, Catharina; Wadskog, Daniel; Gornitzki, Carl; Larsson, Agnes (2014) *Bibliometric indicators – Definitions and usage at Karolinska Institutet*. Karolinska Institutet. https://kib.ki.se/sites/default/files/bildarkiv/Dokument/bibliometric_indicators_2014.pdf.

Rehn, Catharina; Kronman, Ulf (2008) *Bibliometric handbook for Karolinska Institutet*. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1480.9447>.

Romo-Fernández, Luz M.; López-Pujalte, Cristina; Guerrero Bote, Vicente P.; Moya-Anegón, Félix (2011) ‘Analysis of Europe’s scientific production on renewable energies’, *Renewable Energy*, 36(9), pp. 2529–2537. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2011.02.001>.

Schiebel, Edgar (2012) ‘Visualization of research fronts and knowledge bases by three-dimensional areal densities of bibliographically coupled publications and co-citations’, *Scientometrics*, 91(2), pp. 557–566. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-012-0626-8>.

Shih, Meilun; Feng, Jui; Tsai, Chin-Chung (2008) 'Research and trends in the field of e-learning from 2001 to 2005: A content analysis of cognitive studies in selected journals', *Computers & Education*, 51(2), pp. 955–967. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2007.10.004>.

Tibaná-Herrera, Gerardo; Fernández-Bajón, María Teresa; de Moya-Anegón, Félix (2017) 'Categorization of an emerging discipline in the world publication system (SCOPUS): E-learning'. <http://arxiv.org/abs/1710.05723> (Accessed: 1 February 2018).

Tibaná-Herrera, Gerardo; Fernández-Bajón, María Teresa; de Moya-Anegón, Félix (2018) 'Global analysis of the E-learning scientific domain: a declining category?', *Scientometrics*, 114(2), pp. 675–685. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-017-2592-7>.

Tijssen, Robert (2010) 'Research Collaboration at a Distance : Changing Spatial Patterns of Scientific Collaboration within Europe', *Research Policy*. Elsevier B.V., 39(5), pp. 662–673. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.012>.

Wagner, Caroline S.; Leydesdorff, Loet (2005) 'Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science', *Research Policy*, 34(10), pp. 1608–1618. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2005.08.002>.

Waltman, Ludo; van Eck, Nees Jan; van Leeuwen, Thed N.; Visser, Martijn S.; van Raan, Anthony F. J. (2011) 'Towards a new crown indicator: an empirical analysis', *Scientometrics*. Elsevier Ltd, 87(3), pp. 467–481. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-011-0354-5>.

Waltman, Ludo; van Eck, Nees Jan; Noyons, Ed C.M. (2010) 'A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks', *Journal of Informetrics*. Elsevier Ltd, 4(4), pp. 629–635. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joi.2010.07.002>.

5.5 Capítulo de libro - *Mapping a research field: analyzing the research fronts in an emerging discipline*

Gerardo Tibaná-Herrera, María Teresa Fernández-Bajón, Félix de Moya-Anegón

Título de libro:

Scientometrics

ISBN: 978-1-78923-306-3

Editorial:

InTech Open

Título del capítulo: Mapeo de un campo de investigación: análisis de los frentes de investigación en una disciplina emergente

Resumen: La técnica de superposición de mapas descrita en la literatura científica para analizar dominios científicos, debe complementarse con procedimientos para identificar y analizar los frentes de investigación incluidos en la estructura cognitiva del dominio representado. Una posibilidad es el uso de nubes de palabras (*wordcloud*) para representar visualmente la estructura cognitiva de una disciplina en cualquier dominio temático, aprovechando su capacidad de abstracción e impacto en la audiencia para estimular nuevos procesos de investigación. El caso descrito en este capítulo propone un análisis de una disciplina científica emergente mediante el uso de esta combinación de técnicas (superposición y *wordcloud*) para explorar sus posibilidades y limitaciones.

Mapping a research field: analyzing the research fronts in an emerging discipline

Gerardo Tibaná-Herrera⁸⁸, María Teresa Fernández-Bajón⁸⁹, Félix de Moya-Anegón⁹⁰

Abstract

The mapping overlay technique described in the scientific literature to analyze scientific domains must be complemented with procedures to identify and analyze the research fronts included in the cognitive structure of the represented domain. One possibility is the use of wordcloud maps to visually represent the cognitive structure of a discipline in any thematic domain, taking advantage of its capacity for abstraction and impact on the audience to stimulate new research processes. The case described in this chapter proposes an analysis of an emerging scientific discipline by using this combination of techniques (superposition and wordcloud) to explore its possibilities and limitations.

Keywords: Bibliometric, mapping overlay, wordcloud, emerging field, e-learning, SCImago Journal & Country Rank

1. Introduction

The world scientific production analysis contributes, among many other things, to define the knowledge areas and subject categories that structure the generation of knowledge. Each classification system of scientific production defines its own areas and categories, which are mostly accepted by the scientific community that consults and feeds them. In this way, Scopus⁹¹ classifies the works into 5 thematic clusters (life sciences, physical sciences, health sciences, social sciences

⁸⁸ Complutense University of Madrid. PhD Library Science Program. gtibana@ucm.es
SCImago Research Group. gerardo.tibana@scimago.es

⁸⁹ Complutense University of Madrid. Department of Library and Information Science. mfernandez@ucm.es

⁹⁰ SCImago Research Group. felix.moya@scimago.es

⁹¹ <http://www.scopus.com>

and humanities), 27 knowledge areas and more than 300 subject categories. Web of Science⁹² does it in 3 knowledge areas (sciences, social sciences and arts and humanities) and 250 thematic categories.

Scopus currently has more than 70 million records and a defined group of metadata⁹³ that are rigorously linked to each publication to describe its academic, social and geopolitical context. These two characteristics, having large volumes of structured information, are the inputs for the application of visualization techniques that generate new representations of knowledge, thus becoming powerful tools for science analysis.

The bibliometric data are very valuable to identify the scientific publications with the greatest impact in a given discipline, (i.e. Information Systems (1), Renewable Energy, Sustainability and Environment (2), to recognize different scientific fields and understand their internal dynamics and cognitive structure (3), either as an already consolidated research field or as an emerging discipline.

There are multiple methods and tools to visualize bibliometric information. For example, the distance-based, the graph-based or the time-based (4). Mapping and clustering are also used to analyze the research fields of a scientific domain and the relationship between research fields and the evolution of the domain over time. As a tool, VOSViewer⁹⁴ assures the comprehensive visualization of nodes labels on the map. These maps, called science maps, help to locate research results to explore collaborations and publication trends, to observe the evolution of a certain subject or discipline and for benchmarking activities between regions, countries, institutions, authors and disciplines (5). However, the visualization must have the capacity to handle large amounts of data at a small and large scale. This reduces the visual search time, providing a better understanding of a complex data set. It also reveals relationships that otherwise would not be noticed, allowing a data set to be viewed simultaneously from several perspectives, aiding the formulation of hypotheses and being an effective source of communication (6).

Through the overlay of science maps, the research bodies can be located visually within the sciences, analyzing the scientific development of properly established disciplines, trends or emerging research topics that do not fit into traditional subject categories. This is achieved thanks to the existence or construction of a stable corpus on which another smaller body can be overlaid (7), producing intuitive comparisons, of greater interpretation and with the potential to be used in scientific analysis.

⁹² <http://clarivate.com/products/journal-citation-reports/>

⁹³ <https://www.elsevier.com/solutions/scopus/content>

⁹⁴ <http://www.vosviewer.com>

In its essence, science maps are matrices of similarity measures, calculated from the correlation between items of information present in the structure of scientific communication. In other words, they show the disciplinary structure of the sciences in terms of publications. The stable or base map is constructed with bibliographic data from a database that has a definite categorization of the sciences. The analysis made from the overlap will be conditioned by the size of the data selected for it.

In the words of Guzmán, “we can say that the analysis of information with science maps, supported by metric information studies, allows graphically representing the relationships between documents published by specific disciplines or scientific fields. These show the sub-areas of research in which the discipline has been focused over the years in order to identify, analyze and visualize the intellectual structure, as well as the temporal evolution in which the analyzed disciplines are being developed.”(8)).

Based on the above, science maps contribute to the identification of emerging disciplines by categorizing the publications that constitute their scientific communication channel (9).

However, a very select group of specialists usually carries out the analysis of these research products, since the results obtained are not easy enough to understand for most of the scientific community that is interested in knowing in detail the paths and trends that their discipline is taking. Faced with this need, other visualization techniques, such as wordclouds (10), infographics (11) and dashboards (12) have been positioned in virtual media as an alternative for the research results to achieve greater diffusion beyond the borders of scientific communication channels (13). Wordclouds are used mostly to visualize a data set collected from surveys or forms. Among its advantages are: a) its ability to abstract towards the essential, identifying and grouping existing patterns in writing (10), b) they help to provide a general sense of the text (the same visceral response does not occur when looking at a text page) through the analysis of sentiment (14), c) they provide a quick response on possible topics of interest and research for their community (15), d) the visual representation of data generates impact among the audience, stimulating more questions than answers, and e) they allow to share the results of the research in a way that does not require a deep understanding of the technicalities. Its link with the bibliometric analysis can be established considering the keywords field as the set of data collected from users (researchers) in a form (submit manuscript).

This study combines the use of the mapping overlay technique with the visualization of terms in wordclouds to represent the research fronts of a subject, in this case, the e-learning emerging

discipline. The aim is to determine if this technique combination produces more intuitive, dynamic and easily accessible results for researchers and non-researchers.

2. Mapping a research field

To perform the research field mapping, we must first establish a body of documents to perform the bibliometric analysis, ensuring access to the bibliometric data of this set of publications. To analyze the e-learning case, we started with the methodology and findings of Tibaná-Herrera and others (9) for the subject categorization.

Secondly, the subject research fronts are identified, which determine the consolidation of the different tendencies over time that have contributed to the development and growth of the subject in scientific communications (16). We propose the use of wordclouds composed of keywords (17), to visualize the research fronts of the field due to its representation capacity and rapid appropriation of the community to which it is presented.

2.1 Establishment of the body of documents

We start from the base that every research field has a set of scientific communications that contribute to the development of the subject. To identify these communications and analyze them, the subsequent steps can be followed:

Step 1. Definition of descriptors. It is about knowing all those terms present in the primary scientific literature with which the subject has been described. As expected, we start from a core term, which is generally the same as the research field. With this term, all the publications whose title, summary and keywords include the core term are identified in a comprehensible database.

E-learning case

- Core term: e-learning
- Data source: SCOPUS, database that indexes mostly journals and conference proceedings (18).

The search results should be refined according to the desired coverage degree in the analysis and the access availability of the bibliometric data.

E-learning case

- Publication type: Journal and Conference Proceeding
- Document type: Article, conference paper and review
- Analyzed timespan: 2012-2014. It corresponds to a period in which there is a stable worldwide production in e-learning, since in the previous period it was in constant growth and in the following period there was a significant decrease in production (19).
- Language: English.

The set of publications obtained can be used in its entirety or from a statistically representative sample.

E-learning case

- Results: 9291
- Representative sample: 2000 (21,6%)

Then, a bibliometric analysis based on keywords co-occurrence is carried out, aimed to determining the primary descriptors that are mostly present in the publications, their relationships and relevance, by means of the Visualization of Similarities (VoS) technique (20). Additionally, they include secondary possible descriptors that reflect the same meaning, fruit of the linguistic similarities and/or acronyms or abbreviations that are used in the natural language. For example, when including the keywords of an article you can choose to use the *e-learning* or *elearning* descriptor (21).

E-learning case

- Keywords: 4521
- Primary descriptors: 51. E-learning, LMS, b-learning, online learning, Moodle, m-learning, ICT, learning objects, technology acceptance model, e-learning platform, adaptive learning, e-assessment, web-based learning, virtual learning environments, adult learning, informal learning, instructional design, SCORM, augmented reality, educational technology, intelligent tutoring systems, remote laboratory, simulation, learning analytics, learning environments, e-learning 2.0, teaching and learning, interactive learning environments, educational data mining, gamification, learning design, social learning, lifelong learning, metadata, MOOC, virtual classroom, labview, learning methods, personal learning environments, adaptive e-learning systems, computer-based learning, information literacy, virtual learning, Blackboard, continuing education, game-based learning, interactive learning, personalized learning, recommender systems, virtual laboratories, virtual reality.
- Secondary descriptors: 13. elearning, electronic learning, Learning management system, blearning, blended learning, mlearning, mobile learning, Information and communications technologies, eassessment, electronic assessment, VLE, Massive Open Online Courses and PLE.

Step 2. Correspondence of publications and descriptors. In a matrix containing all the indexed scientific publications and the primary and secondary descriptors identified, the number of articles published by the Conference Proceeding or the Journal with that descriptor in the title, abstract and keywords fields is recorded at each crossing. It is very important to use the same selection criteria described in the previous step to ensure information integrity. Then, the primary and secondary descriptors related to the same term are added, assuming that the sum reflects unique publications related to each other by the descriptors.

E-learning case

- Journals and conference proceedings included in the matrix: 12.923

Step 3. Percentage of participation in the subject (PP). It is the percentage of articles in the publication that are related to the subject during the timespan established in the initial criteria, this is done by taking the maximum number of articles per descriptor, bearing in mind that an article may be related to more than one descriptor.

E-learning case

Correspondence matrix description (Figure 1):

- 3.680 journals and conference proceedings don't have any publication related with any of the 64 descriptors.
- 7.801 journals and conference proceedings have a PP lower than 5%.

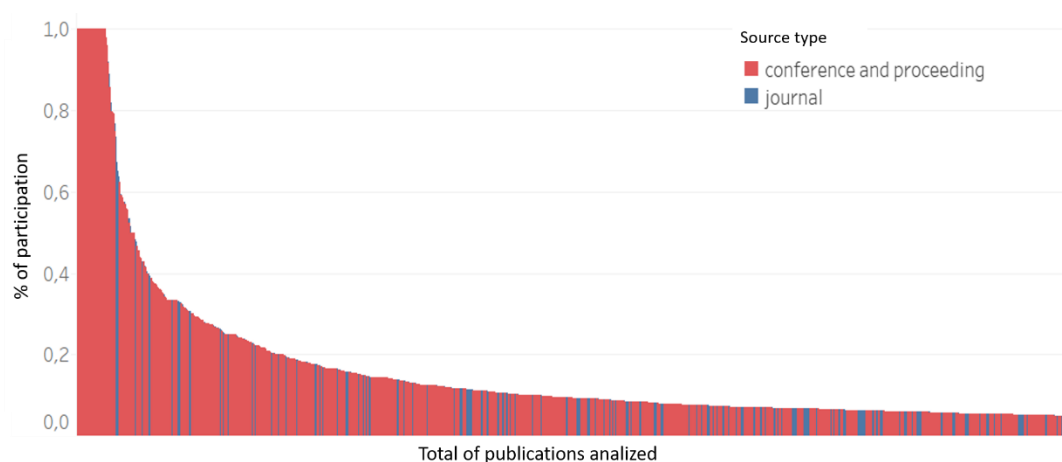


Figure 1. Percentage of participation (PP) of the term in journals and conferences. Source: (9).

Step 4. Cut-off point for the inclusion of publications in the analysis. You must determine the cut-off point over the PP from which the publications for the categorization of the thematic will be included. Other studies have classified publications among “pure”, “hybrid” and “unrelated” publications in a given subject (1) and on the determination of the core set of publications (22). However, we believe that this value should be established through the combination between the maximum allowed error of the subject relation of the publication and the average PP of the total set of publications. The higher

the cut-off point, the greater the precision in the selection of journals will be. Although, this precision means a reduced volume, and if not, a low cut-off point increases the error in the selection and its volume. Once the cut-off point is established, all publications that exceed this threshold are considered as the basic set of analysis of the emerging subject category.

E-learning case

- The set of publications must maintain an average PP higher than 50%, for which the cut-off point per publication was established at 25% (coinciding with the classification of pure and hybrid publications (1)).
- The cut-off point included 11 publications that were excluded because they defined other areas of knowledge in their scope.
- 82 journals and 137 conference proceedings that meet the criteria of the methodology were identified.

Step 5. Publication set analysis. The set of selected publications is analyzed under a bibliometric approach a) to determine if it represents the existence of a scientific community that communicates its knowledge through these channels and b) to recognize it as an emerging and distinctive scientific discipline that can be defined as a transversal thematic category (5). For this, the mapping overlay technique (7) can be used, which facilitates the exploration of the knowledge bases of an emerging discipline and its evolutionary dynamics. This technique requires a base map on which to overlay a local map (thematic) and thus make comparisons. This overlap allows placing the discipline in the general topology of scientific knowledge and identifying whether a cluster effect occurs, which should be considered as evidence of the existence of a specific disciplinary field from the point of view of scientific communication guidelines followed by the researchers.

The relation degree of publications is established by the normalized value produced by the combination of citations, co-cites and coupling (23). In addition, this analysis can be enriched with the distribution by clusters that visualization tools perform, such as VOSViewer (24).

E-learning case

- The base map is a global map of science that includes the total number of publications indexed in SCOPUS, made up of 7 clusters, which in a clockwise and broad sense can be named as follows: Social Sciences (red), Psychology (light cyan), Medicine (green), Health Sciences (purple), Life Sciences (yellow), Physical Sciences (dark cyan) and Engineering and Computer Science (blue) (Figure 2).
- The composite indicator was arranged by SCImago Journal & Country Rank⁹⁵.

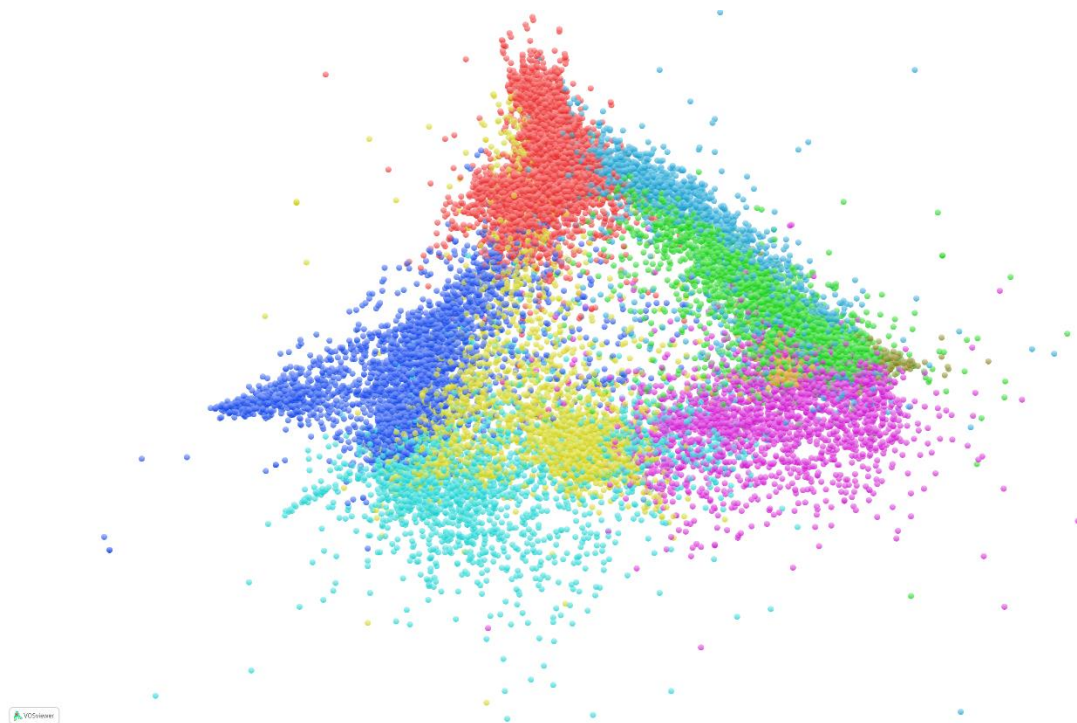


Figure 2. Global map of science based on SCOPUS and SCImago Journal & Country Rank using VOSViewer with its density map setting. Labels are the code assigned by SCImago Journal & Country Rank to each publication (Source: (9)).

- The local map that is overlaid on the global map of science is the set of 219 publications selected in the previous step (Figure 3).

⁹⁵ <http://www.scimagojr.com>

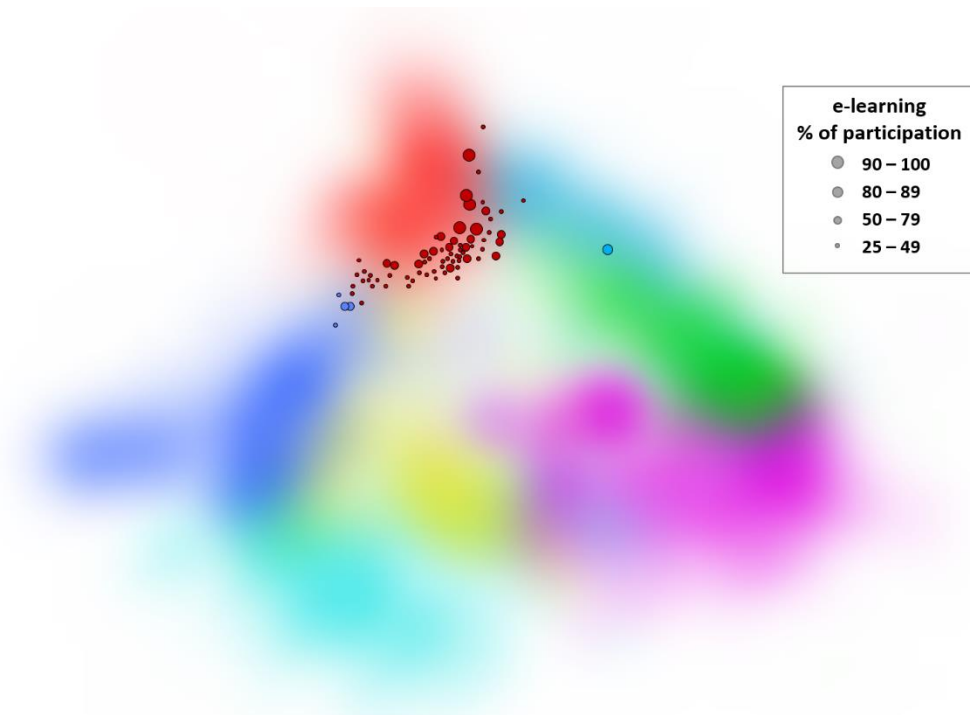


Figure 3. Distribution of publications related to the thematic, using the mapping overlay technique with VOSViewer in its density map configuration. The color of the publication indicates the area of knowledge in which it is superimposed and its size corresponds to the percentage of participation. The size of the selected publications has been modified for visual purposes (Source: (9)).

- There is a cluster effect that shows a high cohesion among publications, which is sufficient evidence, in terms of scientific communication, that e-learning is a distinctive scientific discipline, since there is a network of relationships and interactions that are established between the authors and scientists who share thought structures, cooperation patterns, language and forms of communication.
- The publications distribution shows a main group in Social Sciences and other small groups in Computer Science and Psychology.

2.2 Identification of research fronts

To identify the research fronts through the visualization of keywords in a wordcloud, it is necessary to identify the body of publications on which the analysis is going to be carried out (previous section). Then, all the keywords of the publications are extracted, keeping the same filters defined in the previous stages, with the confidence of finding a set of structured and well-defined terms. This technique provides value when the data has a treatment that ensures a correct interpretation. This is done through two tasks, being the first to refine the set of terms (which can be in the order of thousands) to obtain those that are mostly different and that can be visually represented without loss of information. The refinement process may include a minimum threshold of articles published by a journal or conference report to ensure that there is a volume and regularity guaranteed in the conceptual development of the thematic. It can also be refined by defining the number of terms to be displayed in the wordcloud.

E-learning case

- Publication type: Journal and Conference Proceeding
- Document type: Article, conference paper and review
- Analyzed timespan: 2012-2014.
- Language: English.
- Minimum number of papers published by Journal/Conference Proceeding: 100
- Number of terms to display: 100

The second task is to configure the variables that determine the form of the wordcloud, among which are:

1. Keep each term with its own length. You can fall into the error of disaggregating terms, for example, the term *Information and Communication Technologies* should remain as one and not separate it into 3 or 4 parts.
2. Don't include terms in the visualization that correspond to the same name of the scientific field analyzed, places, dates, proper names, names of organizations and all others that don't contribute to the identification of research fronts.

Finally, by means of a rapid visual analysis of the generated wordcloud, the research fronts of the scientific field can be identified in a differentiated way.

E-learning case

- Based on the results shown in Figures 4, 5 and 6, two significant clusters can be identified:

CLUSTER 1 (Red color)	
KEYWORD	OCCURRENCES
<i>Interactive learning environments</i>	54
<i>Teaching/Learning strategies</i>	50
CLUSTER 2 (Orange color)	
KEYWORD	OCCURRENCES
<i>Collaborative learning</i>	38
<i>Pedagogical issues</i>	28
<i>Social media</i>	26
<i>Application in subject areas</i>	26
<i>Computer-mediated communication</i>	25
<i>Mobile learning</i>	24
<i>Improving classroom teaching</i>	22
<i>Media in education</i>	20
<i>Elementary education</i>	20

Table 1. Main fronts of e-learning research worldwide, with the occurrence values in the wordcloud obtained from SCImago Journal & Country Rank (Source: self-made)

- The most outstanding research fronts of e-learning are those that analyze the design and construction of interactive learning environments and teaching and learning strategies in the virtual modality

A limitation of wordclouds, that can affect the reader's interpretation, is the term length that can capture a quick attention being located in a central place of the visualization without having significant weight. However, this visualization technique is a powerful tool to abstract relevant information from large volumes of information, in addition, it can be used to observe the main trends of other bibliometric data. For example, journals and congresses with the greatest influence in the discipline or the institutions and countries that contribute the most to the discipline productivity.

Conclusions

This study proved that bibliometric analysis combined with visualization techniques provides sufficient elements to map an emerging discipline, in this case study, e-learning.

The mapping overlay technique allows visualizing the existing cohesion between the scientific communications generated by the community of researchers in the subject, determining the knowledge areas in which the research activity is developed and establishing the base set of publications for other bibliometric analyzes. Through this technique it was determined that e-learning has its scientific development mainly in the social sciences.

The visualization of the main keywords present in the set of publications of a discipline through wordclouds, allows to clearly identify the research fronts of this subject, by grouping the research topics and showing their relative weight in the scientific development of the discipline. In the case study, two main research fronts were identified in e-learning, interactive learning environments and teaching and learning strategies.

Acknowledgments

A SCImago Research Group for providing citation data for publications.

Conflict of Interest

Not applicable.

Notes/Thanks/Other declarations

The data related to this research were obtained, on the one hand, from the access to SCOPUS and on the other, provided by SCImago Research Group. These are protected by licensing and copyright respectively.

References

1. Chan HC, Guness V, Kim HW. A method for identifying journals in a discipline: An application to information systems. *Inf Manag* [Internet]. 2015;52(2):239–46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.im.2014.11.003>
2. Romo Fernández LM, Guerrero Bote VP, Moya Anegón F. Análisis de la producción científica española en energías renovables, sostenibilidad y medio ambiente (Scopus, 2003-2009) en el contexto mundial. *Investig Bibl Arch Bibl e Inf* [Internet]. 2013;27(60):125–51. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0187358X13725462>
3. Cobo MJ, López-Herrera AG, Herrera-Viedma E, Herrera F. An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the Fuzzy Sets Theory field. *J Informetr* [Internet]. 2011;5(1):146–66. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002>
4. van Eck NJ, Waltman L. Visualizing Bibliometric Networks [Internet]. *Measuring Scholarly Impact*. 2014. 285-320 p. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-10377-8_13
5. Leydesdorff L, de Moya-Anegón F, Guerrero-Bote VP. Journal maps, interactive overlays, and the measurement of interdisciplinarity on the basis of Scopus data (1996-2012). *J Assoc Inf Sci Technol* [Internet]. 2015 May;66(5):1001–16. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/asi.23243>
6. Börner K, Chen C, Boyack KW. Visualizing knowledge domains. *Annu Rev Inf Sci Technol* [Internet]. 2005;37(1):179–255. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/aris.1440370106>

7. Rafols I, Porter AL, Leydesdorff L. Science overlay maps: A new tool for research policy and library management. *J Am Soc Inf Sci Technol* [Internet]. 2010 Sep;61(9):1871–87. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/asi.21368>
8. Guzmán Sánchez MV, Trujillo Cancino JL. Los mapas bibliométricos o mapas de la ciencia: una herramienta útil para desarrollar estudios métricos de información. *Bibl Univ* [Internet]. 2013;16(2):95–108. Available from: <http://revistas.unam.mx/index.php/rbu/article/view/43851>
9. Tibaná-Herrera G, Fernández-Bajón MT, de Moya-Anegón F. Categorization of an emerging discipline in the world publication system (SCOPUS): E-learning. 2017 Oct 16 [cited 2018 Feb 1]; Available from: <http://arxiv.org/abs/1710.05723>
10. Flamary R, Anguera X, Oliver N. Spoken WordCloud: Clustering recurrent patterns in speech. In: 2011 9th International Workshop on Content-Based Multimedia Indexing (CBMI) [Internet]. IEEE; 2011. p. 133–8. Available from: <http://ieeexplore.ieee.org/document/5972534/>
11. Alcívar M. Information visualisation as a resource for popularising the technical-biomedical aspects of the last Ebola virus epidemic: The case of the Spanish reference press. *Public Underst Sci* [Internet]. 2018 Apr 10;27(3):365–81. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0963662517702047>
12. Verbert K, Duval E, Klerkx J, Govaerts S, Santos JL. Learning Analytics Dashboard Applications. *Am Behav Sci* [Internet]. 2013 Oct 28;57(10):1500–9. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0002764213479363>
13. Dinsmore A, Allen L, Dolby K. Alternative Perspectives on Impact: The Potential of ALMs and Altmetrics to Inform Funders about Research Impact. *PLoS Biol* [Internet]. 2014;12(11):e1002003. Available from: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pbio.1002003>
14. Bashri MFA, Kusumaningrum R. Sentiment analysis using Latent Dirichlet Allocation and topic polarity wordcloud visualization. In: 2017 5th International Conference on

Information and Communication Technology (ICoIC7) [Internet]. IEEE; 2017. p. 1–5. Available from: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8074651/>

15. Jo Y, Kim E, Shin Y. Graphical Keyword Service for Research Papers with Text-Mining Method. In: ICCDA '17 Proceedings of the International Conference on Compute and Data Analysis [Internet]. 2017. p. 185–90. Available from: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3093242&dl=ACM&coll=DL>
16. Pinto M. Viewing and exploring the subject area of information literacy assessment in higher education (2000–2011). *Scientometrics* [Internet]. 2015 Jan 15;102(1):227–45. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s11192-014-1440-2>
17. Cantos-Mateos G, Zulueta M-Á, Vargas-Quesada B, Chinchilla-Rodríguez Z. Estudio evolutivo de la investigación española con células madre. Visualización e identificación de las principales líneas de investigación. *El Prof la Inf* [Internet]. 2014;23(3):259–71. Available from: <https://recyt.fecyt.es/index.php/EPI/article/view/epi.2014.may.06>
18. Leydesdorff L, De Moya-Anegón F, Guerrero-Bote VP. Journal maps on the basis of scopus data: A comparison with the journal citation reports of the ISI. *J Am Soc Inf Sci Technol*. 2010;61(2):352–69.
19. Tibaná-Herrera G, Fernández-Bajón MT, de Moya-Anegón F. Global analysis of the E-learning scientific domain: a declining category? *Scientometrics* [Internet]. 2018 Feb 5;114(2):675–85. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s11192-017-2592-7>
20. Waltman L, van Eck NJ, Noyons ECM. A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. *J Informetr* [Internet]. 2010;4(4):629–35. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joi.2010.07.002>
21. Chiang JK, Kuo C-W, Yang Y-H. A Bibliometric Study of E-Learning Literature on SSCI Database. In: International conference on technologies for E-learning and digital entertainment [Internet]. 2010. p. 145–55. Available from:

http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-14533-9_15

22. Madhugiri VS, Ambekar S, Strom SF, Nanda A. A technique to identify core journals for neurosurgery using citation scatter analysis and the Bradford distribution across neurosurgery journals. *J Neurosurg* [Internet]. 2013;119(5):1274–87. Available from: <http://thejns.org/doi/10.3171/2013.8.JNS122379>
23. Hassan-Montero Y, Guerrero-Bote V, De-Moya-Anegón F. Graphical interface of the SCImago Journal and Country Rank: An interactive approach to accessing bibliometric information. *Prof la Inf* [Internet]. 2014;23(3):272–8. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84903581415&partnerID=40&md5=cd75fe9502aa257c52bf0b9334e9ba07>
24. van Eck NJ, Waltman L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics* [Internet]. 2010 Aug 31;84(2):523–38. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s11192-009-0146-3>

5.6 Otros resultados de investigación no publicados

Con base en los resultados obtenidos en el ejercicio bibliométrico de categorización del *e-learning* (Artículo 1), se construyeron diversas representaciones visuales del conjunto de descriptores primarios. Presentamos las 3 más significativas, las cuales se realizaron utilizando la técnica de visualización de similaridades con la herramienta VOSViewer en sus componentes de visualización en red (*network*), de superposición (*overlay*) y densidad (*density*).

La visualización en red (Figura 14) nos permite identificar:

- La cercanía entre los descriptores. Lo cual nos ayuda a identificar algunas tendencias en el desarrollo de la temática, por ejemplo, la cercanía entre *adult learning* y *e-learning* es evidencia de que muchos trabajos están orientados a este público y enlazado con *lifelong learning* e *informal learning*.

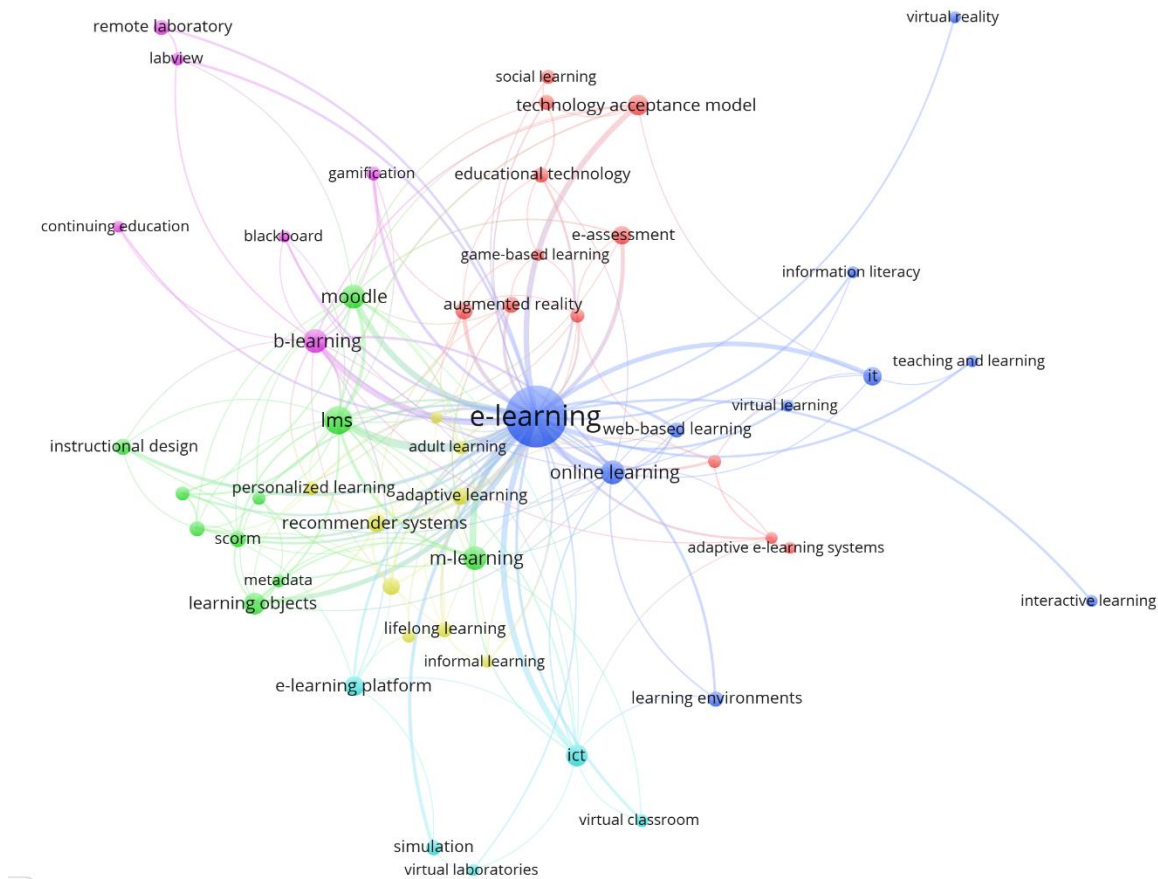


Figura 14. Relación de los descriptores primarios del e-learning mediante la técnica de visualización de similitudes. Para la gráfica se utilizó la herramienta VOSViewer en su representación de red (*network*).

- La agrupación de los descriptores. Permite identificar dimensiones en el desarrollo de la temática, por ejemplo, tendencias en lo que tiene que ver con *game-based learning*, *gammification*, *augmented reality* y *social learning*. Otro ejemplo se puede encontrar en las plataformas tecnológicas utilizadas para la aplicación de la temática, vemos como los *Learning Management Systems (LMS)* como *Moodle* y *Blackboard* contribuyen a la *continuing education*, la *gammification* y en general a la modalidad *b-learning*.

La gráfica de superposición (Figura 15) por su parte, nos permite analizar y llegar a una comprensión bibliométrica sobre la evolución de la temática. Por ejemplo, podemos ver en la evolución del *e-learning* que parte de una base web (*web-based learning*) para pasar a un concepto más amplio (*online learning*) y luego abarcar la movilidad (*m-learning*). Otro resultado interesante es que el descriptor *e-learning* ha ido disminuyendo su presencia

directa. Otros descriptores como *gammification*, *informal learning* y *labview* son utilizados más recientemente.

Como era de esperarse, la mayoría de los descriptores tienen una relación directa con el descriptor *e-learning*, lo cual no es común en las disciplinas ya consolidadas, esta es una característica más de las disciplinas emergentes.

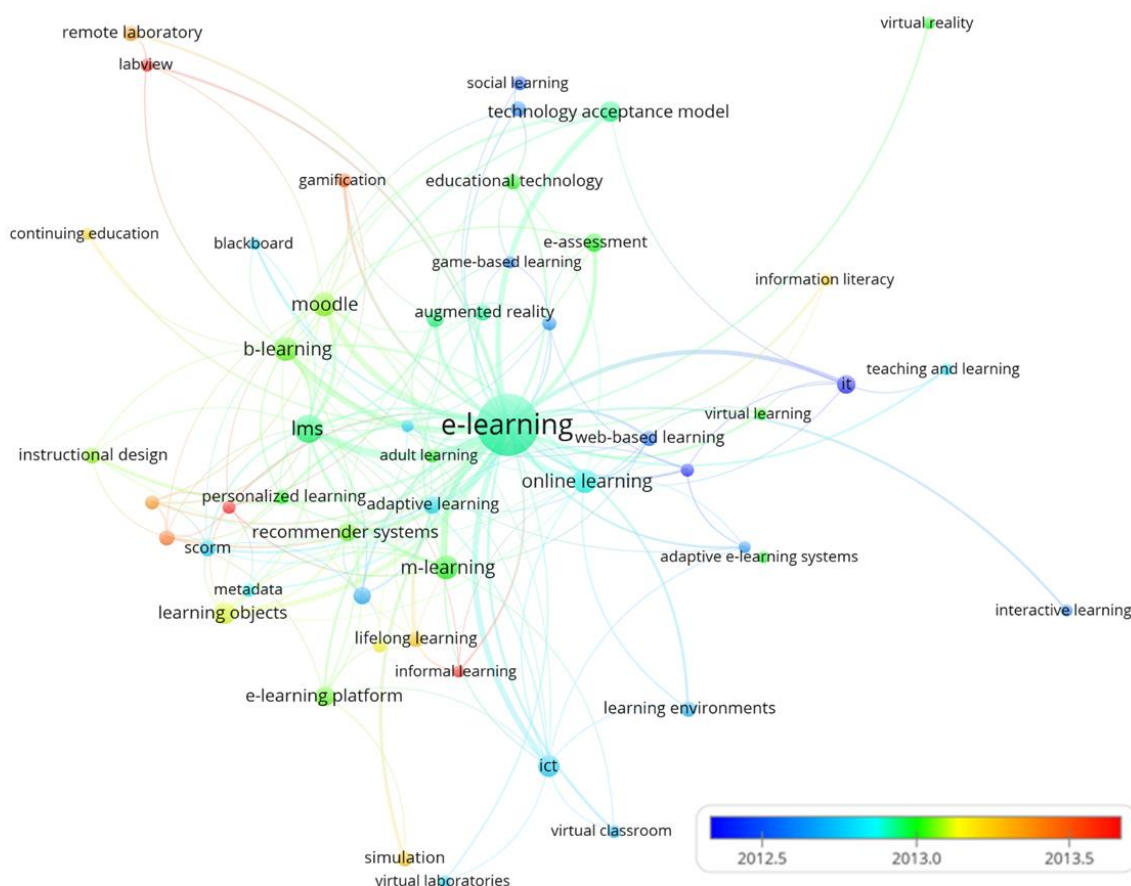


Figura 15. Evolución de la relación de los descriptores primarios del e-learning mediante la técnica de visualización de similitudes. Para la gráfica se utilizó la herramienta VOSViewer en su representación de superposición (*overlay*).

La gráfica de densidad (figura 16) es el resultado de la aplicación de algoritmos de agrupamiento (*clustering*) que posee la herramienta VOSViewer. En este caso, podemos observar 6 grupos de acuerdo con los valores bibliométricos. Estos son:

- Grupo 1: El conformado por el término central *e-learning*, *online learning*, *web-based learning*, *virtual learning*, *information technology (IT)*, *teaching and learning*, *information literacy*, *virtual reality*, *interactive learning* y *learning environments*. Se nota la gran similitud en los términos, solo el caso del término *teaching and learning* es de análisis particular en este grupo.
- Grupo 2: Conformado por las tendencias en modalidad mixta *b-learning*, *blackboard*, *gammification*, *continuing education*, *labview* y *remote laboratory*.
- Grupo 3: Conformado por las plataformas y estándares como son *Moodle*, *Learning Management System (LMS)*, *m-learning*, *instructional design*, *educational data mining*, *SCORM*, *metadata* y *learning objects*.
- Grupo 4: Conformado por las tendencias de educación no formal, sobretodo en el público adulto, estos descriptores son: *adult learning*, *adaptative learning*, *personalized learning*, *recommender systems*, *intelligent tutoring systems*, *lifelong learning* e *informal learning*.
- Grupo 5: Conformado por los términos relacionados con las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), estos son: *e-learning platform*, *Information an Communication Technologies (ICT)*, *virtual classroom*, *simulation* y *virtual laboratories*.
- Grupo 6: Conformado por los diversos métodos de aplicación de estrategias *e-learning* en educación, estos son: *social learning*, *technology acceptance model*, *educational technology*, *e-assessment*, *game-based learning*, *augmented reality*, *learning methods* y *adaptative e-learning systems*.

Greece	Sts. Cyril and Methodius University	Gusev, M.	15
Singapore	Singapore Management University	Hoy, S.C.H.	15
Japan	Fukuoka Institute of Technology	Barolli, L.	13
Italy	INDIRE - National Institute of Documentation, Innovation and Educational Research	Mangione, G.R.	13

Tabla 6. Afiliaciones de los autores con mayor contribución en *e-learning*.

Como se puede observar, España tiene una mayoritaria presencia de autores en el top 10, lo cual es parcialmente coincidente con los hallazgos del tercer artículo en donde este país se ubica en el top 5 de los países productores en la temática. Un análisis más detallado permitirá identificar la correspondencia de los autores con los frentes de investigación, así como la identificación de los más influyentes.

Estos resultados parciales, fruto de la primera parte de esta investigación, deben ser analizados en el conjunto de características del dominio de conocimiento para determinar su rol en dicha caracterización. Sin duda, el rol de los descriptores primarios de un dominio de conocimiento es insumo para adelantar diversos análisis bibliométricos que contribuyan al desarrollo y consolidación del e-learning.

5.7 Conclusiones parciales

El análisis en detalle de las conclusiones de cada una de las publicaciones permite tener un acercamiento a las conclusiones finales que posteriormente serán desarrolladas en el capítulo 7. Este acercamiento permite concluir parcialmente que:

- En la literatura, se encuentran múltiples definiciones sobre el término *e-learning*, su base conceptual, si es técnica o educativa, sus herramientas, público objetivo y otras variables. Este trabajo contribuye a la socialización de dichas variables, prueba de ello es el

conjunto de 64 descriptores de la temática, consolidados mediante el análisis bibliométrico de los trabajos indexados por Scopus.

- Se analizó en detalle el aporte de las ciencias sociales y las ciencias computacionales al desarrollo de la temática, sin embargo, hay una contribución desde la Ingeniería y las ciencias administrativas que es necesario analizar para determinar la forma en la que la evolución de la contribución afecta el crecimiento y consolidación del e-learning como una disciplina emergente.
- El crecimiento en la producción científica de Taiwán y el alto impacto que ha generado en el desarrollo del e-learning, nos lleva a pensar que una política pública bien implementada puede llevar a que todo un país se haga presente en el panorama mundial de una determinada área de conocimiento. Sin embargo, existen otros países con alto impacto en su producción científica. Analizar las buenas prácticas de Chile, Bélgica, Holanda y Singapur brindarán un contexto más amplio sobre los elementos que aportan al impacto del *e-learning* a nivel mundial.
- El conjunto de frentes de investigación que resultó de la aplicación de técnicas bibliométricas sobre los trabajos publicados en las revistas de la categoría e-learning, tienen dos puntos de observación. El primero, es tomar el frente como unidad singular, entendiéndolo como el centro y objetivo de los trabajos publicados. El segundo, entendiéndolo como una red que se alimenta entre sí para alcanzar distintos objetivos. Este segundo punto de observación permite entender la evolución de los frentes de investigación en el tiempo, visualizando sus relaciones y posterior aplicación en el desarrollo de la temática.

CAPÍTULO 6. Discusión global de los resultados

En este capítulo se presenta la discusión conjunta de los resultados obtenidos en cada una de las publicaciones presentadas en el capítulo anterior, junto con las características analizadas en el conjunto global de la tesis.

Las características analizadas en este trabajo ya han sido introducidas anteriormente, por lo tanto, se mencionan y se exponen los resultados derivados en los trabajos frente a cada una de ellas, especificando las publicaciones en las que se encuentran. Solamente se incluyen las conclusiones integrales que responden las preguntas de investigación de la tesis, ya que las conclusiones y preguntas de investigación particulares se encuentran en cada una de las publicaciones del capítulo 2.

- Reconocimiento de los canales de comunicación científica utilizados por los investigadores del área temática.

¿Cómo se identifican las publicaciones que constituyen el canal de comunicación de una disciplina? Artículo 1

La metodología utilizada para la identificación de las publicaciones que constituyen el canal de comunicación del *e-learning* inicia con la selección de las palabras clave de los trabajos publicados en revistas y actas de conferencias que contienen el término *e-learning*. El análisis bibliométrico de las palabras clave brinda una aproximación objetiva en la construcción del conjunto de descriptores, tomando la denominación brindada por los autores de la producción científica. Sin embargo, no existe un consenso en la comunidad científica sobre los descriptores del *e-learning*, estos responden a diferentes acercamientos dados desde la pedagogía, la tecnología y las organizaciones, por esto, puede que algunos descriptores presentes en los discursos institucionales, educativos o comerciales no hayan sido incluidos en este estudio y por ende, se haya omitido producción científica existente, al igual que otros tipos de publicaciones como libros, editoriales, notas o encuestas. No obstante, esta característica queda cubierta con los más

de 6000 trabajos que se encuentran indexados en Scopus y las más de 4500 palabras clave utilizadas para este análisis.

Aplicando técnicas bibliométricas se encontraron 51 descriptores primarios (incluyendo el mismo término de búsqueda) que fueron completados con 13 descriptores secundarios para obtener un total de 64 términos. Este conjunto de términos es ahora utilizado para identificar el conjunto de publicaciones que constituyen el canal de comunicación del *e-learning*. La idea central es que la revista o acta de congreso analizada tenga una participación en la temática, es decir, que un gran porcentaje de sus trabajos incluyan uno o varios de los 64 términos. Darle un valor a esta participación requirió analizar todas las revistas y actas de conferencias indexadas en Scopus en el año 2016, para luego establecer un punto de corte sobre el valor de participación para formar parte del conjunto de publicaciones aceptado. Cada disciplina que se someta a este método contará con porcentajes de participación diferentes y por tanto el punto de corte puede variar. Para facilitar este proceso se estableció una regla doble que garantiza homogeneidad en esta actividad. Se inicia con la agrupación de publicaciones por franjas que corresponden al porcentaje de participación obtenido, por ejemplo, la franja de las que obtuvieron entre 50% y 60% de porcentaje de participación. Para cada franja:

- A) Se analiza el porcentaje de error en la selección de las revistas, este consiste en verificar el alcance de las revistas y las actas de conferencias en la franja, comparando su singularidad temática frente al *e-learning*. Se busca que el porcentaje de error no sea superior al 5%.
- B) Al mismo tiempo se analiza el promedio del porcentaje de participación del conjunto de publicaciones en la franja, el cual debe ser superior al 50%. Esta regla doble sirve para seleccionar con mayor grado de certeza las revistas que verdaderamente comunican la temática, independiente de su título.

Este método de identificación de revistas es perfectamente configurable en el valor dado a sus variables, es de esperar que los resultados se vean afectados al modificar los rangos

de las consultas iniciales, al incluir un mayor número de descriptores, al modificar el porcentaje de participación y los valores aceptados del porcentaje de error y el promedio del porcentaje de participación.

Por otro lado, la categorización de las publicaciones científicas es una tarea ardua y permanente que resulta compleja de administrar desde los sistemas de publicaciones, ya que una publicación puede variar con el tiempo en su temática central e ir abordando otros frentes de publicación sin afectar su categorización inicial.

- Comparación de los indicadores bibliométricos de producción a nivel global y regional.
¿Qué elementos se deben considerar al analizar la evolución de la producción científica en e-learning? Artículo 2, Artículo 3.

El análisis de la producción científica del *e-learning* se puede realizar gracias a la selección de las revistas y actas de conferencias que se seleccionaron en el punto anterior. Se inicia con los datos bibliométricos de los trabajos indexados en dichas publicaciones. Los elementos que se consideran para el análisis de la evolución de la producción en *e-learning* son:

- A) La producción del *e-learning* frente a la producción mundial como primer punto de referencia, encontrando que la temática tiene un comportamiento similar al mundial con una pequeña diferencia en el año 2012.
- B) La producción del *e-learning* frente a los principales bloques de países, entre los que se encuentran las regiones continentales y bloques económicos (OCDE, Unión Europea, BRIICS – Brasil, Rusia, India, Indonesia, China y Sudáfrica), para reconocer que los bloques económicos, Europa Occidental y Asia son los que realizan un aporte superior para el desarrollo de la temática.
- C) La producción del *e-learning* segmentada por tipo de documento, en la cual se puede identificar la contribución de cada tipo al auge o disminución de la presencia de la temática en el sistema mundial de la ciencia. Se identificó que el auge en 2012

mencionado anteriormente, corresponde al crecimiento en artículos de conferencia provenientes de las ciencias sociales y ciencias computacionales, sin embargo, estas últimas fueron disminuyendo su presencia y provocando un declive en la curva de evolución que presentaba la temática. Al igual que el punto anterior, los resultados divergen de la revisión del estado inicial, que muestra un comportamiento creciente, frente al comportamiento errático encontrado en esta investigación.

D) El análisis del crecimiento de las revistas que componen el canal de comunicación de la temática. Este análisis permite conocer en detalle el comportamiento de las revistas de la categoría *e-learning*, cuyo núcleo, ubicado en el área de Ciencias Sociales, mantiene su crecimiento y constituye el aporte principal a la producción en *e-learning*.

- Identificación de las áreas de conocimiento con la cuales se relaciona la producción del área temática.

¿Se corresponden las áreas de conocimiento encontradas en los índices como Scopus con las identificadas en el análisis bibliométrico? Artículo 1, Artículo 2

La producción del *e-learning* segmentada por área de conocimiento se incluyó en la revisión inicial de esta tesis desde el punto de vista de los índices y las bases de datos bibliográficas, mostrando que las ciencias sociales tienen una representación del 79,8% y las ciencias de la computación un 61%. Estos resultados fueron contrastados en las primeras publicaciones. Nuestros resultados indican que la producción del *e-learning* resultante de las consultas a los índices y bases de datos bibliográficas no se corresponde con los resultados obtenidos luego de la aplicación de las técnicas bibliométricas descritas, ya que nuestros resultados muestran que la producción en *e-learning* se encuentra mayoritariamente cubierto por las ciencias sociales y luego en porcentajes menores entre las ciencias de la computación y las ciencias de la salud. Es precisamente el aporte de las revistas indexadas en el área de ciencias sociales las que mantienen el

crecimiento sostenido de la temática en la producción mundial desde el tipo de documento artículos, ya que las actas de conferencias se presentan más en las ciencias computacionales y su presencia en el desarrollo de la temática tuvo un auge hasta 2012 pero luego ha venido descendiendo.

- Comparación de los indicadores bibliométricos de producción y desempeño a nivel regional e institucional.

¿Cuáles son los principales actores que resaltan tanto en la producción como en el desempeño científico en e-learning? Artículo 3

Si bien, Estados Unidos es el país con mayor producción científica en *e-learning*, no es el país que tenga mayor impacto con su producción. Tampoco lo es el Reino Unido que ocupa el segundo lugar en producción. Luego tenemos un tercer grupo de países, conformado por Australia, Taiwan y España. En conjunto, estos 5 países se encuentran en la cima de la producción en *e-learning* desde el año 2003. A nivel institucional, *The University of Hong Kong* y el *Centre National de la Recherche Scientifique* tienen la mayor producción en la temática.

En cuanto al impacto, se analizó la producción mundial bajo la lupa de 4 indicadores:

- A) Citación normalizada (*Normalized citation*), que es el valor obtenido a nivel de artículo que muestra la relación entre el promedio del impacto científico de un país y el conjunto promedio mundial.
- B) Porcentaje de liderazgo (*%Leadership*), el cual es el porcentaje de trabajos de un país como principal contribuyente.
- C) Porcentaje de excelencia 10 (*%Excellence10*), el cual identifica el porcentaje de trabajos que se encuentran entre el 10% más citado en la misma categoría, mismo año y tipo de documento.

D) Porcentaje de Excelencia con Liderazgo (*%Excellence with Leadership*), es el porcentaje de trabajos en Excelencia10 en los cuales el país es el principal contribuyente.

Al representar y analizar estos indicadores se encontró que el único país (de los que se encuentran en la cima de la producción en *e-learning*) que también se ubica en los mejores lugares bajo estos indicadores es Taiwán. Un análisis en detalle mostró que este país desde hace varios años inicio un reforma educativa y cultural estructural a nivel país, alimentado por políticas públicas claras y con objetivos alcanzables que permiten explicar este surgimiento como un actor fundamental en el entorno mundial del *e-learning*. Este resultado además demuestra la aplicación de dichas políticas en su sistema de educación superior, ya que ubica 7 universidades en el top 10 de las universidades con mayor producción en *e-learning*, siendo la *National Taiwan University of Science and Technology* la de mayor presencia.

Si bien, algunas aproximaciones bibliométricas incluyen en su batería de resultados el listado de los autores con mayores publicaciones y/o impacto en determinada área, este trabajo se enfocó en caracterizar el e-learning desde una dimensión geográfica, tomando la producción mundial, el nivel regional, el nivel país y el nivel institucional.

- Identificación de las redes de colaboración a nivel regional e institucional.

¿Cuál es la relación entre la producción realizada en colaboración y el desempeño obtenido en la temática? Artículo 3

La colaboración internacional del *e-learning* representa el 16,7% de la producción total de la temática, es un porcentaje un poco mayor al del área de conocimiento de las ciencias sociales (13%). El análisis de los datos bibliométricos se apoyó con técnicas de representación basadas en la georreferenciación, lo cual permitió encontrar 4 nichos de colaboración a nivel país que se corresponden también a nivel institución:

1. El primer nicho está constituido por algunos países de Europa Occidental, estos son Reino Unido, España y Alemania.
2. El segundo nicho este compuesto por Estados Unidos y Canadá.
3. El tercer nicho lo componen Japón, China y Taiwán.
4. El cuarto nicho lo completa Australia.

Entre ellos, el Reino Unido es el país que mayor colabora en la temática, siendo sus principales socios España, Alemania y Estados Unidos.

Al contrastar estos resultados bajo la técnica de agrupamiento (*clustering*), se encontró que hay algunos aspectos que facilitan la colaboración, algunos son:

- A) El idioma. Hay mayor cercanía entre los países de habla hispana y entre los países de habla portuguesa.
- B) La ubicación geográfica. Se da mayoritariamente entre los países de Europa Occidental.

En este caso, los países con mayor colaboración no se corresponden con los de mayor impacto.

Las instituciones que presentan mayor colaboración en la temática son la *Eindhoven University of Technology*, la *Technical University of Denmark* y la *Ghent University*, sin embargo, el principal destino de colaboración es el *Centre National de la Recherche Scientifique*.

Al igual que a nivel país, se aplicó la técnica de *clustering* para identificar nuevas relaciones:

- A) Las universidades abiertas (*Open*) tienen mayor cercanía de colaboración.
- B) Las universidades taiwanesas presentan mayor diversidad en su colaboración.

En este caso, la Ghent University es la única institución que presenta una alta tasa de colaboración internacional y que además genera alto impacto en sus publicaciones.

- Identificación de los frentes de investigación del área temática.
¿Cómo se pueden representar gráficamente los intereses de la comunidad científica en una temática? Artículo 1, Capítulo de libro.

Existen varias formas de representar la ciencia, como son los mapas basados en distancias, en grafos o en líneas de tiempo, también se utiliza el mapeo (*mapping*) y la agrupación (*clustering*) para responder a las inquietudes sobre los principales campos de investigación de un dominio científico, la relación entre los campos de investigación y la evolución del dominio de conocimiento en el tiempo. La técnica de superposición de mapas combina estos últimos, produciendo comparaciones, calculadas a partir de la correlación entre ítems de información presentes en la estructura de la comunicación científica. Este método requiere contar con un mapa global de base sobre el cual se superpone otro más específico. El análisis que se realice de la superposición estará condicionado por el tamaño de los datos seleccionados para la misma. La aplicación de este método permitió identificar visualmente un conjunto de publicaciones que por su cercanía constituyen un canal de comunicación de la comunidad científica del *e-learning*.

Sin embargo, el análisis de estos productos de investigación generalmente es realizado por un conjunto muy selecto de especialistas ya que los resultados obtenidos no son lo suficientemente fáciles de entender para la mayoría de la comunidad científica que se interesa por conocer en detalle los caminos y tendencias que está tomando su disciplina. Frente a esta necesidad, otra técnica de visualización se ha posicionado en los medios virtuales como alternativas para que los resultados de investigación logren una mayor difusión más allá de las fronteras de los canales de comunicación científica, las nubes de palabras. Las nubes de palabras son utilizadas mayoritariamente para visualizar un conjunto de datos recolectados a partir de encuestas o formularios, entre sus ventajas se encuentran:

- A) Su capacidad de abstracción hacia lo esencial, identificando y agrupando los patrones existentes en la escritura.
- B) Ayudan a proporcionar un sentido general del texto mediante el análisis de sentimiento.
- C) Brindan una respuesta rápida sobre posibles temas de interés e investigación para la comunidad.
- D) Permiten compartir los resultados de la investigación de una manera que no requiere una comprensión profunda de los tecnicismos.

Esta técnica de visualización fue aplicada sobre las palabras clave de todas las publicaciones de las revistas y actas de conferencia que hacen parte de la emergente categoría temática, con la confianza de encontrar un conjunto de términos estructurados y bien definidos que representen los intereses de los investigadores. Para esto se realizó en primer lugar, un proceso de refinamiento del conjunto de términos (que puede estar en el orden de miles) para obtener aquellos que mayoritariamente se diferencian y que se pueden representar visualmente sin pérdida de información. El proceso de refinamiento incluye el establecimiento de un umbral mínimo de artículos publicados por revista o acta de congreso para garantizar que hay un volumen y regularidad garantizada en el desarrollo conceptual de la temática, además del establecimiento de un número límite de términos a visualizar, ya que las nubes de palabras garantizan entendimiento con un conjunto de máximo 100 términos. En segundo lugar, se estableció una forma clara de visualización de la nube de etiquetas, esto se realiza mediante la aplicación de las siguientes reglas:

- A) Mantener cada término con su longitud propia.

- B) No incluir términos en la visualización que correspondan con el mismo nombre del campo científico analizado, lugares, fechas, nombres propios, nombres de organizaciones y todos los demás que no aporten a la identificación de los frentes de investigación.
- C) Definir formas simples para representar la nube de palabras.
- D) Definir una intención para el uso del color y la tipografía.

Bajo esta técnica se pudieron encontrar dos conjuntos que conforman en suma los frentes de investigación más relevantes de la temática, presentes en las publicaciones científicas. El primer conjunto lo integran dos términos, los principales frentes de investigación del *e-learning*: *Interactive learning environments* y *Teaching/Learning strategies*. El segundo conjunto, no menos importante, lo integran: *Collaborative learning*, *Pedagogical issues*, *Social media*, *Application in subject áreas*, *Computer-mediated communication*, *Mobile learning*, *Improving classroom teaching*, *Media in education* y *Elementary education*. Los dos frentes representan el extremo tecnológico y el extremo pedagógico del *e-learning*, de los demás frentes se destaca la presencia de la movilidad y las redes sociales.

CAPÍTULO 7. Conclusiones finales

Las conclusiones presentadas a continuación, son inéditas frente a las incluidas en cada una de las publicaciones del capítulo 2. Estas se presentan ordenadas de acuerdo con la característica analizada para describir el *e-learning*.

1. Consideramos que este método brinda un conjunto inicial de revistas que comunican la temática y que el conjunto obtenido puede ser utilizado en índices y bases de datos para facilitar la consulta de la temática por parte de los investigadores interesados en ella. Este método constituye una herramienta muy valiosa para determinar las revistas de cualquier área temática o disciplina y puede servir de punto de partida para realizar un ajuste en los sistemas mundiales de catalogación de la ciencia, ya que como se puede observar con los resultados expuestos, las consultas que se realizan a las bases de datos bibliográficas pueden presentar resultados divergentes frente a los obtenidos cuando se aplican técnicas bibliométricas para analizar los mismos datos bibliográficos, de ahí la importancia de consolidar estas metodologías y herramientas como aspectos fundamentales para el análisis de la producción científica y de las áreas de conocimiento.
2. Se manifiesta la necesidad de contar con buenos datos bibliográficos, no solo en su estructura sino además en su contenido. La definición del título, de la estructura del resumen y la unificación de criterios para el establecimiento de las palabras clave es una tarea que se debe tomar con mucha seriedad por parte de los autores y de las revistas científicas, ya que las malas prácticas en el establecimiento de estos elementos del documento científico pueden llevar a que estos trabajos no sean tenidos en cuenta a la hora de aplicar técnicas bibliométricas basadas en la co-ocurrencia para analizar dominios científicos emergentes.
3. Se brinda información valiosa a la comunidad científica del *e-learning*, poniendo a disposición un listado de descriptores que pueden ser considerados como un *pseudo-*

tesauro para fortalecer la debilidad del punto anterior y ofreciendo un catálogo de revistas y actas de conferencias que sirven para fortalecer su lectura científica y como referencia para futuras postulaciones de manuscritos en la temática.

4. Este estudio pone de manifiesto la necesidad de analizar frecuentemente el comportamiento de la producción y el impacto de una determinada área o categoría de conocimiento, ya que como demuestran nuestros resultados, se pueden presentar fenómenos de crecimiento o disminución que pueden ser explicados desde la bibliometría, fortaleciendo así, las metodologías de análisis de esta disciplina.
5. La evolución y el comportamiento de la producción en la categoría debe ser visto y analizado teniendo en cuenta variables externas a los datos bibliométricos. El caso del *e-learning* esta permeado por la ausencia de escuelas de formación o instituciones que generen grados y posgrados en *e-learning* o centros de investigación en esta materia. Existe una gran cantidad de empresas medianas y pequeñas destinadas a suplir las necesidades de las instituciones pero que no contribuyen con la producción científica de la temática.
6. Como lo está demostrando Taiwán, es posible aumentar en productividad y al mismo tiempo generar un alto impacto con dicha producción. Analizar este caso puede brindar elementos y un conjunto de buenas prácticas en el establecimiento de políticas públicas o institucionales para el desarrollo de la temática con calidad y garantizando un posicionamiento regional y mundial.
7. La combinación de técnicas bibliométricas con técnicas de visualización desarrollada en todas las publicaciones de esta tesis, permiten identificar relaciones, agrupaciones y patrones relacionados con los indicadores bibliométricos que de otra forma sería complejo evidenciar.